



Ricardo Emanuel da
Silva Cruz

Desenvolvimento de uma interface gráfica com
comandos de voz integrados para edifícios
inteligentes



**Ricardo Emanuel da
Silva Cruz**

**Desenvolvimento de uma interface gráfica com
comandos de voz integrados para edifícios
inteligentes**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestrado em Engenharia Mecânica, realizada sob orientação científica de José Paulo Oliveira Santos, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e de Rui António da Silva Moreira, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

O júri / The jury

Presidente / President

Professor Doutor Vítor Manuel Ferreira dos Santos

Professor Associado da Universidade de Aveiro

Vogais / Committee

Professor Doutor José Paulo Oliveira Santos

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (orientador)

Professor Doutor Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradecimentos / Acknowledgements

Gostaria de agradecer ao meu orientador José Paulo Oliveira Santos e ao meu co-orientador Rui António da Silva Moreira pela disponibilidade prestada e pela ajuda e conhecimentos que me deram ao longo do trabalho realizado nesta dissertação. Gostaria ainda de agradecer de uma forma geral aos professores que me acompanharam no meu percurso académico.

Agradeço também ao Diretor Geral da empresa T&T Augusto Teixeira, pela sugestão do tema desta dissertação e pelo apoio fornecido.

Aos meus colegas e amigos de curso, pelo companheirismo não só nesta última etapa, mas ao longo de todo o percurso académico.

À minha família em geral.

À minha namorada, Liliana Pinto, que sempre me apoiou e ajudou a ultrapassar momentos menos bons, e que esteve sempre presente nestes últimos anos.

Por último, um agradecimento mais profundo aos meus pais, Anabela Silva e Júlio Cruz, e aos meus avós Lisete Teso e José Pagaimo, pela educação, confiança, apoio, amizade e amor que me deram ao longo destes anos.

Palavras-chave

Domótica; Automação; Web; Interface gráfica; Comandos de voz; Controle por voz; Base de dados.

Resumo

O conforto, a acessibilidade, a poupança de energia e a segurança são fundamentais em qualquer habitação. Com a integração de um sistema de automação todos estes requisitos podem ser obtidos.

Hoje em dia, cada vez mais a domótica está implementada na sociedade com o objetivo de auxiliar o quotidiano das pessoas nas suas habitações.

Para que esse auxílio seja realmente efetivo é fundamental a existência de uma interface entre o utilizador e a sua habitação, que seja intuitiva e de fácil acesso de modo a que o utilizador possa aceder à interface de forma autónoma.

Fruto de uma proposta da empresa T&T, esta dissertação tem por objetivo desenvolver uma interface gráfica com comandos de voz integrados, que comunique com uma base de dados e que possa ser acessível através de um qualquer dispositivo com acesso à rede. Desenvolvida com recurso a linguagens web, esta interface, foi concebida de modo a facilitar o acesso ao utilizador, que o pode fazer, através do seu smartphone, tablet ou computador, sem que para isso seja necessário outro tipo de hardware.

Nesta dissertação foram revistas algumas soluções de domótica, tendo sido analisadas as suas características, as suas vantagens e desvantagens, e ainda, os meios de comunicação e as interfaces por estas utilizadas. Este estudo serviu como base para o desenvolvimento de uma proposta de solução, que resultou a posteriori na fase de implementação e de avaliação.

Keywords

Home automation; Automation; Web; Graphic interface; Voice commands; Voice control; Database.

Abstract

Comfort, accessibility, energy savings and better safety are essential in any home, and can be achieved through automation.

Nowadays, the implementation of home automation is increasing in society with the goal of helping people in their daily lives, in their homes.

For an effective home automation system, you need an intuitive, easy-to-access interface that everyone can use.

In response to a proposal from T&T, this dissertation aims to develop a graphical interface with integrated voice commands, which communicates with a database and can be accessed through any device with access to the network. Using web languages, the interface is designed to allow the user to access it through a computer, tablet or smartphone even without requiring other types of hardware.

Some domotic solutions were studied, such as their characteristics, advantages and disadvantages and their interfaces. These studies served to develop a new home automation solution, also resulting in its implementation and evaluation.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Motivação	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Estrutura do documento	2
2	Estado da arte: Soluções de domótica	5
2.1	Principais soluções de domótica	5
2.1.1	KNX - Konnex	5
2.1.2	LonWorks	9
2.1.3	X10	12
2.1.4	CEBus	14
2.1.5	Mordomus	15
2.1.6	Cardio	19
2.1.7	OpenHAB	21
2.1.8	Freedomotic	23
2.1.9	Análise comparativa	27
2.2	Estudo de documentos de outros autores	28
2.2.1	”Diseño Ergonómico de Interfaz Gráfica y Uso de Interfaz de Manos Libres en Simulación de Tareas Domóticas”	28
2.2.2	”Simulador de domótica con interfaz vocal”	30
3	Solução proposta	33
3.1	Descrição geral da proposta	33
3.1.1	Cliente - Navegador Web	34
3.1.2	Servidor - Base de dados	34
3.1.3	Habitação	35
3.1.4	Simulador	35
3.2	Principais características	35
3.3	Perspetiva de futuro do produto	36
3.4	Ferramentas de programação utilizadas	36
3.4.1	Dreamweaver CS6	36
3.4.2	MySQL	36
3.4.3	Visual Studio 2012	37

4	Implementação e avaliação de desempenho	39
4.1	Explicação geral	39
4.2	Interface gráfica	41
4.2.1	Conexão com a base de dados	42
4.2.2	Página Login	42
4.2.3	Página de controlo e monitorização	45
4.3	Base de dados	59
4.3.1	Tabela Dados dos Utilizadores (<i>users</i>)	60
4.3.2	Tabela Dados da Água (<i>dados_water</i>)	60
4.3.3	Tabela Dados da Luz (<i>dados_light</i>)	60
4.3.4	Tabela Dados do Clima (<i>dados_climate</i>)	61
4.3.5	Tabela dos Dados de Segurança (<i>dados_security</i>)	61
4.3.6	Tabela dos Dados dos Painéis (<i>dados_panels</i>)	62
4.4	Simulador	62
4.5	Avaliação de desempenho	67
4.5.1	Dados dos ensaios	68
4.5.2	Análise dos Resultados	70
5	Conclusão e trabalhos futuros	75
5.1	Desenvolvimento futuro	76
A	Comandos de voz	81
B	Resultados dos ensaios aos comandos de voz - Utilizador 1	83
C	Resultados dos ensaios aos comandos de voz - Utilizador 2	87
D	Layouts da interface num smartphone	91

Lista de Tabelas

2.1	Tabela com as soluções domóticas e as suas interfaces utilizadas	28
4.1	Legenda do esquema detalhado da Figura 4.1	41
4.2	Tabela de variáveis para a conexão com a base de dados	42
4.3	Divisões/áreas da habitação	50
4.4	Exemplo de alguns comandos por voz	58
4.5	Tabela com os dados dos utilizadores	60
4.6	Tabela com os dados da água	60
4.7	Tabela com os dados da luz (Parte1)	60
4.8	Tabela com os dados da luz (Parte 2)	61
4.9	Tabela com os dados do clima (Parte 1)	61
4.10	Tabela com os dados do clima (Parte 2)	61
4.11	Tabela com os dados da segurança	61
4.12	Tabela com os dados dos painéis	62
4.13	Dados dos utilizadores	68
4.14	Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos aos menus	68
4.15	Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos ao alarme	68
4.16	Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos ao clima	69
4.17	Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos à água	69
4.18	Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos à iluminação	70
A.1	Comandos de voz	81
A.2	Comandos de voz (continuação)	82
B.1	Comandos de voz relativos aos menus - utilizador 1	83
B.2	Comandos de voz relativos aos alarmes - utilizador 1	83
B.3	Comandos de voz relativos à água - utilizador 1	84
B.4	Comandos de voz relativos à iluminação - utilizador 1	84
B.5	Comandos de voz relativos ao clima - utilizador 1	85
C.1	Comandos de voz relativos aos menus - utilizador 2	87
C.2	Comandos de voz relativos aos alarmes - utilizador 2	87
C.3	Comandos de voz relativos à água - utilizador 2	88
C.4	Comandos de voz relativos à iluminação - utilizador 2	88
C.5	Comandos de voz relativos ao clima - utilizador 2	89

Lista de Figuras

2.1	Esquema exemplo do sistema Konnex (KNX) [Passion Living, 2013]	7
2.2	Ecrã tátil Berker Master Control [Passion Living, 2013]	9
2.3	Ecrã tátil L-VIS Touch Screen [electronics GmbH]	10
2.4	Controlador Room Control Units RCU-101 [electronics GmbH]	10
2.5	Exemplo demonstrativo do funcionamento da tecnologia X10 [Marcu, 2010]	13
2.6	Exemplos de algumas aplicações da tecnologia X10 [PT]	14
2.7	Interface gráfica numa consola com ecrã tátil [Mordomus, 2015c]	17
2.8	Exemplo de Interface gráfica [Mordomus, 2015b]	18
2.9	Interface gráfica da aplicação Mordomus num smartphone [Mordomus, 2015a]	18
2.10	Interface gráfica numa consola tátil fixa [Inovamótica, 2012]	19
2.11	Interface gráfica num smartphone Android [Underlabs, 2013]	20
2.12	Interface gráfica num sistema Android (smartphone e tablet) [OpenHAB, 2016c]	22
2.13	Interface gráfica num sistema iOS (iPhone e iPad) [OpenHAB, 2016c]	22
2.14	Interface gráfica acessível num navegador web) [OpenHAB, 2016c]	23
2.15	Interface gráfica Greent [OpenHAB, 2016c]	23
2.16	Página do Login [Freedomotic, 2016b]	25
2.17	Exemplo 1 da interface [Freedomotic, 2016b]	25
2.18	Exemplo 2 da interface [Freedomotic, 2016b]	26
2.19	Interface gráfica num Raspberry Pi [Freedomotic, 2016b]	26
2.20	Interface gráfica (secção sala de jantar) [Ponsa <i>et al.</i> , 2008]	29
2.21	Gráfico da carga Mental de 4 participantes [Ponsa <i>et al.</i> , 2008]	29
2.22	Gráfico da facilidade de utilização [Ponsa <i>et al.</i> , 2008]	30
2.23	Exemplo de uma amostra sonora tratada no software Hidden Markov Model Toolkit (HTK) [Rodríguez, 2009]	31
2.24	Imagem do simulador 3D [Rodríguez, 2009]	31
3.1	Esquema geral da proposta	33
3.2	Ambiente Dreamweaver	36
4.1	Esquema detalhado da solução	40
4.2	Layout da página de login	42
4.3	Maior pormenor da página de login	43
4.4	Fluxograma da página de login	44
4.5	Janela de alerta para dados de login errados	45
4.6	Layout da página controlo e monitorização	46

4.7	Layout dos botões dos menus	46
4.8	Layout do menu <i>feed</i>	47
4.9	Layout do menu <i>voice control</i>	47
4.10	Layout do menu <i>home</i>	48
4.11	Título da área água	48
4.12	Fluxograma da página de controlo e monitorização	49
4.13	Layout do menu Segurança	50
4.14	Layout do menu Água	52
4.15	Layout do menu Clima	55
4.16	Layout do menu Luz	55
4.17	Layout do menu Painéis	56
4.18	Visualização dos comandos já inseridos no menu inspecionar do Google Chrome	58
4.19	Notificação para captação de ordens por comandos de voz	58
4.20	Esquema da base de dados	59
4.21	Estrutura das tabelas na base de dados	59
4.22	Layout do Simulador	62
4.23	Message box com a mensagem " <i>House Connected</i> "	63
4.24	Layout da área dos interruptores divididos pelo <i>tabcontrol</i>	63
4.25	Layout da área de monitorização geral	64
4.26	Layout da área de monitorização 1º andar	65
4.27	Layout da área de monitorização 2º andar	65
4.28	Simbolos correspondentes aos estados: iluminação desligada, água desli- gada, alarme desligado, clima desligado, iluminação ligada, água ligada, alarme ligado, clima ligado (da esquerda para a direita e de cima para baixo)	66
4.29	Layout da área dos painéis solares	66
4.30	Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos dos menus	71
4.31	Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos dos alarmes	71
4.32	Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos da água	72
4.33	Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos do clima	72
4.34	Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos da iluminação	73
D.1	Layout da página de login (smartphone)	91
D.2	Layout da página controlo e monitorização (smartphone)	92
D.3	Layout do menu <i>feed</i> (smartphone)	93
D.4	Layout do menu <i>voice control</i> (smartphone)	94
D.5	Layout do menu <i>home</i> (smartphone)	95
D.6	Layout do menu segurança (smartphone)	96
D.7	Layout do menu água (smartphone)	96
D.8	Layout do menu painéis (smartphone)	97

Lista de Acrónimos

KNX Konnex

EIB European Installation Bus

EHS European Home Systems Protocol

LonWorks Local Operating Network

ETS Engineering Tool Software

IP Internet Protocol

TP Twisted Pair

PL Powerline

RF Radio Frequency

IR Infrared

CEBus Consumer Electronic Bus

CEA Consumer Eletronics Association

CIC CEBus Industry Council

AVAC Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

OEM Original Equipment Manufacturer

VBI Visual Based Interface

HTK Hidden Markov Model Toolkit

TCP Transmission Control Protocol

URL Uniform Resource Locator

RSS Rich Site Summary

Capítulo 1

Introdução

O presente capítulo inicia-se com uma breve contextualização ao tema, expondo-se em seguida as motivações e os objetivos propostos para a realização desta dissertação. Por fim apresenta-se uma breve descrição relativa à organização e estrutura do documento.

1.1 Contextualização

Na sociedade atual, a tecnologia tem um papel fundamental no quotidiano, possibilitando uma melhoria na qualidade de vida das pessoas. Uma das tecnologias responsáveis por tal melhoria é a domótica.

A palavra "Domótica" resulta da junção do termo "Domus", que significa casa, com a palavra "Robótica", que é a tecnologia usada para projetar, construir e operar robôs. Assim, à integração de um sistema de automação numa habitação dá-se o nome de domótica. Esta é uma tecnologia que permite a gestão de todos os recursos de um edifício, existindo assim um maior rendimento produtivo. As estes edifícios dá-se o nome de edifícios inteligentes. Esta tecnologia tem como particularidade a capacidade de automatizar rotinas e tarefas de uma casa ou mesmo controlar a temperatura ambiente ou até a iluminação.

Outro conjunto de tecnologias disponíveis aos utilizadores em geral são os dispositivos móveis, tais como smartphones, tablets e computadores portáteis. Estes são cada vez mais acessíveis para a generalidade da população, e possuem cada vez mais autonomia e poder de computação. Atualmente, este tipo de dispositivo pode ser considerado indispensável à atividade do dia-a-dia dos seus utilizadores.

De forma a estabelecer uma ligação entre o homem e a tecnologia, torna-se necessária a existência de um elo de ligação. A interface é a ferramenta responsável por esta ligação, e assume-se como um dos fatores decisivos na domótica, uma vez que, através dela se processa toda a comunicação entre o utilizador e a sua habitação.

O tema desta dissertação surge no seguimento de uma proposta da empresa T&T, para desenvolver uma interface gráfica amigável e de simples utilização que estabelecesse a ligação com uma base de dados, de forma a poder monitorizar e controlar uma instalação

de domótica.

1.2 Motivação

As principais motivações para a realização desta dissertação resultam da percepção do autor sobre a importância crescente que a domótica vem adquirindo na sociedade atual, e da proposta apresentada pela empresa T&T. É ainda de salientar um outro aspeto que veio motivar a realização deste projeto, desta feita, a diminuição dos custos num sistema de domótica. Ao existir uma interface acessível através de um dispositivo móvel, como um smartphone, um tablet ou um computador portátil, deixa de ser necessário a aquisição de vários tipos de hardware pelo utilizador para estabelecer a ligação sua casa.

A interface gráfica, que se desenvolveu no âmbito desta dissertação, pretende fornecer facilidade de utilização e autonomia aos utilizadores, permitindo que estes possam monitorizar e controlar a sua habitação em qualquer local, através de um dispositivo móvel. Para aceder à interface, o utilizador apenas necessita de um dispositivo com navegador web instalado e acesso à rede. Esta interface é ainda bastante versátil, pois permite ao utilizador o controlo da interface por meio de comandos de voz.

1.3 Objetivos

Esta dissertação, tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma interface gráfica com comandos de voz integrados, que comunique com uma base de dados e que possa ser acessível através de um navegador web.

Para a concretização deste objetivo definiram-se vários sub-objetivos:

- Estudo de algumas soluções domóticas, de forma a averiguar as suas características, vantagens e desvantagens, meios de comunicação e o tipo de interface que utilizam;
- Criação de uma proposta de solução com base no estudo efetuado anteriormente;
- Estudo e seleção das melhores ferramentas para o desenvolvimento da solução;
- Implementação da solução proposta (interface gráfica, base de dados e simulador);
- Testes à solução implementada;
- Análise dos resultados dos testes efetuados.

1.4 Estrutura do documento

A presente dissertação encontra-se organizada em quatro capítulos:

- Capítulo 1

Neste capítulo, enquadra-se o tema e descrevem-se os objetivos da dissertação. No fim do capítulo explica-se como se encontra o documento organizado.

- Capítulo 2

No capítulo 2, apresentam-se algumas das soluções domóticas, nacionais e internacionais, abertas e proprietárias, fazendo um levantamento das suas características, vantagens e desvantagens que possuem e ainda as interfaces que utilizam. Também é realizada uma comparação entre todas as soluções estudadas. Por fim, realizou-se um estudo mais aprofundado de trabalhos de outros autores que se assemelham ao tema desta dissertação, constituindo desta forma o estado da arte sobre o assunto.

- Capítulo 3

No capítulo 3, apresenta-se uma proposta da solução, descrevendo toda a sua arquitetura e funcionamento. De seguida, encontram-se todas as ferramentas utilizadas no desenvolvimento da solução.

- Capítulo 4

No capítulo 4, apresenta-se a implementação onde se descreve todo o trabalho desenvolvido, a interface gráfica e todos os seus menus e características, com especial foco nos comandos de voz, a base de dados criada para fazer de ponte entre a interface e o hardware, e um simulador de uma habitação. Por fim, apresentam-se os resultados dos testes realizados aos comandos de voz e uma análise aos mesmos.

- Capítulo 5

No capítulo 5 apresentam-se as principais conclusões e sugerem-se alguns trabalhos futuros de forma a melhorar o trabalho que se realizou.

- Apêndice A

Neste apêndice encontram-se todos os comandos de voz inseridos na interface.

- Apêndice B

Neste apêndice encontram-se todos os resultados dos testes efetuados aos comandos de voz da interface pelo utilizador 1.

- Apêndice C

Neste apêndice encontram-se todos os resultados dos testes efetuados aos comandos de voz da interface pelo utilizador 2.

- Apêndice D

Neste apêndice encontram-se algumas figuras com recortes de ecrã dos layouts da interface num smartphone.

Capítulo 2

Estado da arte: Soluções de domótica

Neste capítulo apresenta-se o estado da arte que engloba algumas das soluções de domótica mais implementadas (abertas e proprietárias), especificando as suas características, vantagens e desvantagens, e meios de comunicação. No final deste capítulo resume-se uma tese e um artigo de outros autores que se enquadram no âmbito do tema desta dissertação.

2.1 Principais soluções de domótica

Neste tópico pretende-se esclarecer alguns aspetos tecnológicos associados a diversas soluções de domótica comerciais e gratuitas, existentes no mercado nacional e internacional, expondo as características essenciais, potencialidades oferecidas e principais limitações das soluções, de forma a contextualizar esta dissertação.

2.1.1 KNX - Konnex

O protocolo KNX, foi criado em 1999, a partir dos protocolos Batibus, European Installation Bus (EIB) e European Home Systems Protocol (EHS), e encontra-se aprovado como norma europeia (CENELEC EN 50090 e CEN EN 13321-1), norma internacional (ISO/IEC 14543-3), norma chinesa (GB/T 20965) e norma dos Estados Unidos da América (ANSI/ASHRAE 135) [Association, 2014a]. Este tem como meta a criação de um modelo padrão europeu para a automação de edifícios inteligentes, que possibilite competir em qualidade, prestação de serviços e custos com outros protocolos norte americanos como o Local Operating Network (LonWorks). O KNX possui também outros objetivos, tais como a introdução da filosofia *Plug&Play* a diversos dispositivos domóticos e o envolvimento de empresas fornecedoras de serviços, como as de telecomunicações e de eletricidade, de forma a possibilitar uma melhor gestão da habitação. Esta tecnologia baseia-se no protocolo EIB, complementada com novos mecanismos e meios físicos de comunicação [Association, 2014b].

O EIB-KNX é um protocolo aberto, sendo este normalmente implementado como sistema descentralizado, ou seja, cada dispositivo possui o seu próprio controlo, comunicando diretamente entre si, não existindo uma supervisão da rede onde estes se

encontram. No entanto, sempre que necessário, existe a possibilidade de implementar aplicações centralizadas para gestão do sistema [Palma, 2008].

2.1.1.1 Vantagens

Uma das principais vantagens é a possibilidade de ligação e conjugação de diversos produtos, ou seja, produtos de fabricantes diferentes utilizados em aplicações variadas, funcionam e comunicam entre si, garantindo assim um elevado nível de flexibilidade na extensão e modificação das instalações. Uma vantagem adicional é o facto de possuir o software exclusivo Engineering Tool Software (ETS) independente do fabricante. Esta ferramenta permite o planeamento e configuração de todos os produtos certificados KNX. Outra das vantagens é o facto de existirem diferentes níveis de intervenção para a realização de projetos KNX: o Modo de instalação "E" da KNX dirige-se a eletricitistas não qualificados pela KNX; o Modo de instalação "S", dirige-se a integradores/empreiteiros que com formação da KNX conseguem realizar instalações de maior complexidade [Beleza, 2009]. Os diferentes modos de instalação são:

- Instalação fácil (Modo E):

A configuração é realizada sem a ajuda de um computador, usando apenas um controlador central, botões ou rodas de código. Os produtos compatíveis com o modo E têm, normalmente, funcionalidade limitada, e destinam-se a instalações de médias dimensões [Beleza, 2009].

- Instalação de sistema (Modo S):

O planeamento da instalação e sua configuração é realizado através de um computador com o software ETS instalado, onde os dados do produto do fabricante estão inseridos na base de dados ETS. O modo S destina-se a instaladores com certificação KNX e a instalações de grande dimensão [Beleza, 2009].

2.1.1.2 Desvantagens

No que concerne às desvantagens da norma KNX, salienta-se o preço como a principal analogamente a tecnologias idênticas, uma vez que este é superior. Outra das desvantagens é a complexidade de instalação e configuração do sistema, que, juntando aos custos do software ETS, faz com que um possível utilizador hesite na aquisição do mesmo [Beleza, 2009].

2.1.1.3 Meios de comunicação

Esta tecnologia suporta diversos meios de comunicação tais como:

- Par entrançado (KNX Twisted Pair (TP)):

A KNX é transmitida por um cabo bus separado, com uma estrutura hierarquizada em linhas e áreas.

- Linha de potência (KNX Powerline (PL)):

A KNX é transmitida pela rede elétrica existente.

- Radiofrequência (KNX Radio Frequency (RF)):

A KNX é transmitida através de sinais de rádio. Os equipamentos podem ser unidirecionais ou bidirecionais.

- IP/Ethernet (KNX Internet Protocol (IP)):

Este meio de ligação generalizado pode ser utilizado em conjunto com as especificações "KNXnet/IP", que permitem o encaminhamento de estruturas KNX encapsuladas em estruturas IP [Association, 2004].

2.1.1.4 Serviços

A Figura 2.1 mostra um sistema KNX exemplo da empresa Berker, onde se podem visualizar alguns dos serviços fornecidos. Pela imagem, é perceptível que o utilizador tem a possibilidade de acionar os diferentes sistemas, não só, por meio de dois tipos de ecrã tátil, de um smartphone, mas também, através de um controlo remoto.

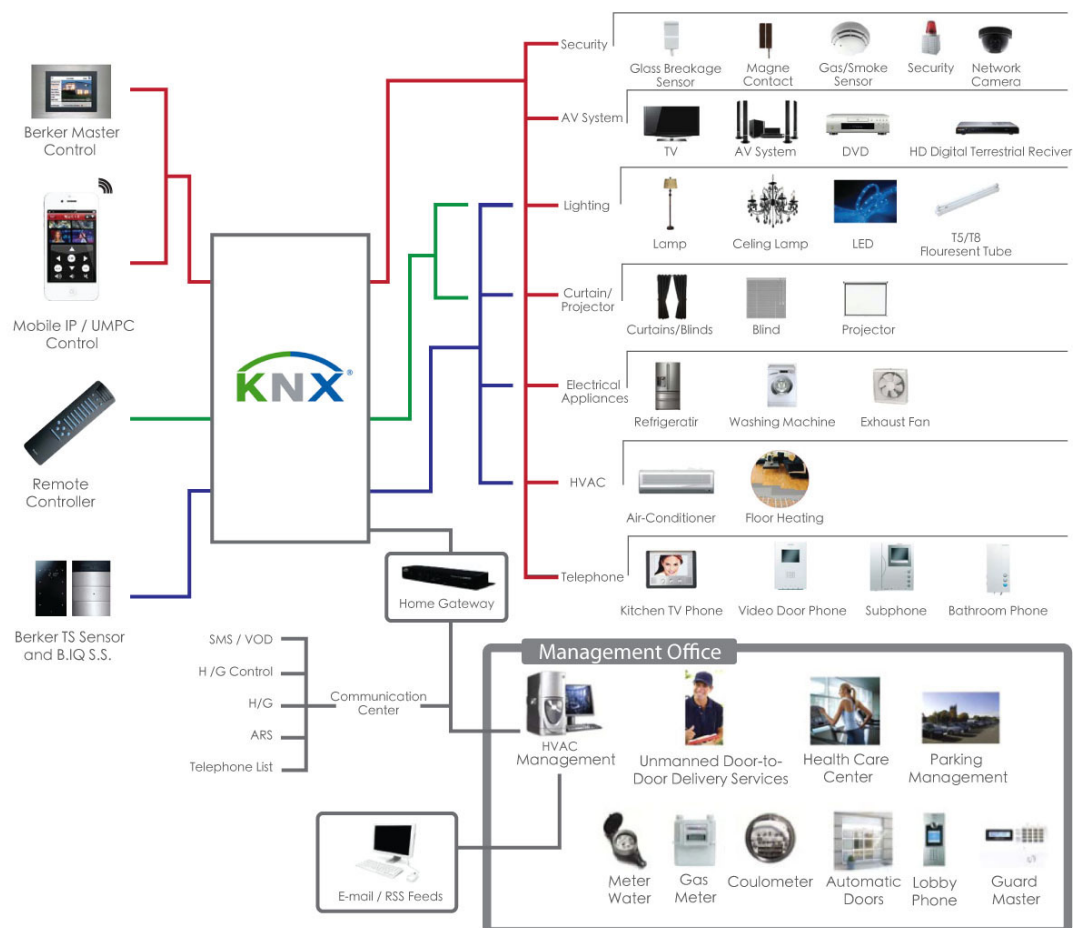


Figura 2.1: Esquema exemplo do sistema KNX [Passion Living, 2013]

Alguns dos serviços que esta tecnologia permite são:

- Controlo de iluminação:

Controlo Central de iluminação de casa e do jardim;
Possibilidade de escolha de diferentes cenários de iluminação.

- Estores e persianas:

O controlo de persianas e estores tem em conta o vento, a luminosidade e a chuva;
Possibilidade de realizar o controlo de persianas e estores através de uma programação horária.

- Aquecimento, ventilação e ar condicionado:

Controlo automático e otimizado de aquecimento;
As janelas são abertas de acordo com os requisitos;
O sistema de ventilação reage à presença de pessoas nas divisões do edifício.

- Áudio e vídeo:

Controlo remoto de música em qualquer parte do edifício;
Controlo remoto individual para cada divisão.

- Operação e visualização:

Apresentação e operação de todos os sistemas da casa através de um painel tátil embutido na parede;
Fácil visualização e integração de sistemas áudio e câmaras.

- Segurança e conforto:

Reporta janelas e portas abertas, assaltos, detetores de fumo, etc.;
Câmara para monitorizar a entrada;
Possibilidade de acender automaticamente toda a iluminação de casa de forma a dissuadir um assalto;
Simulação de casa ocupada por controlo de iluminação e estores através de temporização.

Na Figura 2.2 é possível ver a interface gráfica de um ecrã tátil da empresa Berker [Berker] .



Figura 2.2: Ecrã tátil Berker Master Control [Passion Living, 2013]

2.1.2 LonWorks

A tecnologia LonWorks foi criada pela Echelon Corp em 1990 [Lonworks, 2007] sendo que esta está aprovada como norma ANSI/CEA-709.1 (EN14908) [Nunes, 2009]. Esta tecnologia baseia-se na conceptualização de uma topologia diretamente dirigida para o desempenho e fiabilidade de sistemas de controlo [de Sá, 2009]. Este protocolo abrange um elevado nível de requisitos da maioria das aplicações de controlo. Contudo tem tido uma maior implementação em edifícios administrativos, hotéis e indústrias, e menor em residências. Esta situação deve-se ao custo elevado desta tecnologia perante outras do mesmo género.

Comparativamente a outros sistemas semelhantes, o sistema LonWorks desenvolveu-se por um caminho diferente dos restantes, ou seja, enquanto os outros sistemas se desenvolveram com o intuito de abranger apenas uma área como residências familiares ou sector industrial e só mais tarde incorporaram outras, o LonWorks desde o seu início que inclui um maior número de áreas de implementação [Lonworks, 2007].

Relativamente à forma como o utilizador comunica com a sua habitação, a Loytec possui alguns controladores como os ilustrados nas figuras seguintes, sendo que, na Figura 2.3 se encontra um ecrã tátil designado por L-VIS Touch-Screen e na Figura 2.4 encontra-se um controlador designado por Room Control Units RCU-101 sendo este não tátil e possui dez botões para diferentes tarefas [electronics GmbH].



Figura 2.3: Ecrã tátil L-VIS Touch Screen [electronics GmbH]



Figura 2.4: Controlador Room Control Units RCU-101 [electronics GmbH]

2.1.2.1 Vantagens

A principal vantagem deste sistema é o facto de ser uma automação descentralizada, ou seja, uma automação que não é feita com recurso a computadores centrais ou controladores lógicos programáveis (Programmable Logic Controller - PLC), evitando assim cablagem. Recorrendo a uma automação descentralizada consegue-se o seguinte:

- Sensores e atuadores equipados com a sua própria inteligência conseguem trocar informações diretamente entre si;
- Não é necessário o uso de um "computador central";
- O processamento de informação é feito localmente;
- Minimização da cablagem;
- Flexibilidade máxima em termos de expansibilidade [Lonworks, 2007].

É ainda de referir, que a existência de inúmeros programadores a usar este protocolo e o facto dos dispositivos LonWorks estarem bastante próximos do sistema *Plug&Play*, constituem duas grandes vantagens para o utilizador.

2.1.2.2 Desvantagens

Relativamente às desvantagens, pode dizer-se que este protocolo não é verdadeiramente *open source*, ou seja, apenas os membros atuais e a maioria dos fabricantes estão incluídos no desenvolvimento base. Outra das desvantagens passa pela utilização de hardware específico, necessitando sempre de um Neuron Chip (circuito integrado que possui firmware LonWorks, incluindo o protocolo e um sistema operativo de tempo real) para controlar a rede Lon [Lonworks, 2007].

2.1.2.3 Meios de comunicação

A plataforma LonWorks pode ser instalada tendo como suporte uma grande variedade de meios físicos de comunicação, tais como:

- Rede elétrica;
- Par entrançado;
- Radio Frequência (RF);
- Infravermelhos (Infrared (IR));
- Cabo coaxial;
- Fibra ótica;

Além destas facilidades é possível ligar uma rede LON à Internet ou Intranet [electronics GmbH].

2.1.2.4 Serviços

A tecnologia LonWorks é utilizada em diversas áreas, desde a área habitacional até à industrial. Nestas incluem-se:

- Edifícios Inteligentes

Existe a possibilidade de controlo de climatização, elevadores, escadas rolantes, iluminação e segurança.

- Cidades Inteligentes

Em ambiente exterior é possível com a tecnologia LonWorks o controlo da iluminação pública e sistemas de transportes públicos.

- Automação Comercial

Esta tecnologia também se encontra na automação de máquinas de escritório, supermercados, automação de restaurantes, monitorização de pacientes e controlo de máquinas de venda automática.

- Automação Industrial

Em automação industrial encontra-se esta tecnologia no fabrico de semicondutores, de papel, em impressão de alta velocidade e em todo o fabrico que exige controlo automático [Castro, 2012].

2.1.3 X10

O X10 é um protocolo de comunicação que permite efetuar o controlo remoto de dispositivos elétricos. Esta tecnologia foi desenvolvida entre 1976 e 1978 por intermédio da empresa Pico Electronics Ltd, em Glenrother, Escócia, com o objetivo de transmitir dados através da linha elétrica [Euro X10, a]. É um protocolo aberto, ou seja, qualquer fabricante pode desenvolver produtos com base nesta tecnologia. Tem uma arquitetura descentralizada pois não requer nenhum elemento central, tendo assim uma grande flexibilidade.

Um sistema X10 pode ser constituído por um conjunto de dispositivos transmissores como interruptores ou controlos remotos que o utilizador pode usar para controlar o sistema. Por exemplo, através de um controlo remoto RF, o utilizador pode enviar uma ordem para um recetor X10/RF, que é transmitida através da rede elétrica a um atuador X10 que, por sua vez, liga/desliga o aparelho, como demonstrado na Figura 2.5 [Lambrech, 2006].

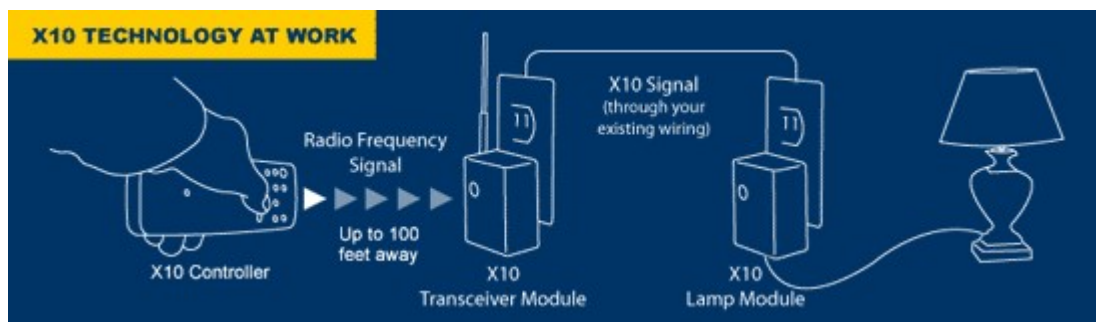


Figura 2.5: Exemplo demonstrativo do funcionamento da tecnologia X10 [Marcu, 2010]

2.1.3.1 Vantagens

O protocolo X10 é uma das tecnologias mais acessíveis, ou seja, de menor custo para o desenvolvimento de uma instalação domótica. A grande vantagem desta tecnologia relativamente a outros protocolos é o facto desta utilizar a rede elétrica como meio de transmissão, deste modo, torna-se possível instalar um sistema num edifício em construção, quer num edifício já construído [Gouveia, 2009].

2.1.3.2 Desvantagens

Tem como maior desvantagem as baixas velocidades de transmissão (50 bits por segundo), uma vez que, o X10 transmite um bit a cada passagem por zero, da tensão sinusoidal. Outra das desvantagem relaciona-se à vantagem mencionada anteriormente, ou seja, ao utilizar-se a rede elétrica como meio de comunicação, está sujeito aos ruídos (sinais elétricos indesejados que podem eventualmente existir na mesma rede elétrica em conjunto com os sinais desejados) que essa rede pode ter. É importante salientar que, devido ao facto de o X10 utilizar a rede elétrica como meio de comunicação, não funciona com sinais digitais de alta resolução como sinais de vídeo, televisão e hi-fi [Gonçalves, 2010].

Em resumo, é uma tecnologia que não preenche todas as necessidades e possui algumas limitações funcionais.

2.1.3.3 Meios de comunicação

O X10 é uma tecnologia que utiliza a rede elétrica como canal de comunicação entre os diversos dispositivos. Significa isto que, ligando um pequeno módulo numa qualquer tomada de um edifício, é possível controlar remotamente esse mesmo módulo através de um comando remoto, computador, etc, sem ser necessária nenhuma alteração à infraestrutura elétrica do edifício (dispensando assim a necessidade de colocação de mais cablagem) [Euro X10, b].

2.1.3.4 Serviços

O X10 tem diversas aplicações (Figura 2.6), tais como ligar/desligar luzes remotamente, acionamento de eletrodomésticos e abertura de portas à distância. No entanto, como a sua fiabilidade é limitada, não se recomenda o uso desta tecnologia em aplicações

mais arriscadas (por exemplo no sector da segurança) já que a colocação de sistemas de monitorização para avaliar o estado de um equipamento X10 acrescenta complexidade e custos muito elevados ao sistema [Lambrecht, 2006].



Figura 2.6: Exemplos de algumas aplicações da tecnologia X10 [PT]

2.1.4 CEBus

O Consumer Electronic Bus (CEBus) é um protocolo de comunicação criado pela Consumer Electronics Association (CEA) nos Estados Unidos em 1984 [Zahariadis, 2003] tendo a norma ANSI/EIA 600 [Jorge e Nunes, 2002]. Este protocolo baseia-se em mensagens de controlo relativamente curtas sobre os meios de comunicação disponíveis numa casa [Beleza, 2009]. Após várias mudanças e revisões técnicas, chegou-se ao EIA-600, a norma atual CEBus, cuja promoção cabe diretamente à CEBus Industry Council (CIC), a qual garante igualmente a certificação, a promoção e a compatibilidade de todos os dispositivos CEBus [Zahariadis, 2003].

2.1.4.1 Vantagens

A tecnologia CEBus tem como vantagens:

- Possibilidade de automação residencial em habitações já construídas;
- Permite variedade de dispositivos;

- Boa relação custo/benefício;
- Pluralidade de médias de comunicação;
- Suporte a distribuição de serviços áudio e vídeo em banda-larga, com diversos formatos analógicos e digitais [Zahariadis, 2003].

2.1.4.2 Desvantagens

A desvantagem mais significativa desta tecnologia deve-se ao objetivo dentro do mercado, pois, este protocolo foi pensado e criado para ser utilizado nos Estados Unidos da América. Isto faz com que a aquisição dos equipamentos utilizados com esta tecnologia seja mais difícil na Europa, acarretando maiores custos para o utilizador [Beleza, 2009].

Tendo uma grande flexibilidade ao nível dos meios de comunicação, possui uma complexidade e custos de implementação significativos, o que levou a que os primeiros produtos que surgiram nos Estados Unidos tivessem um preço demasiado elevado provocando uma aceitação no mercado demasiado baixa. Com isto, os preços para a aquisição desta tecnologia baixaram, sendo que este aspeto, aliado à concorrência de outras tecnologias, conduziu a que uma boa solução tecnológica viesse a decair e, atualmente, a tecnologia CEBus não tem relevância comercial [Beleza, 2009].

2.1.4.3 Meios de comunicação

A norma CEBus define uma rede de comunicações que suporta os seguintes meios de comunicação:

- Rede de energia elétrica;
- Par entrelaçado;
- Cabo Coaxial;
- Infravermelhos;
- Radiofrequência;
- Fibra ótica [Chen, 2003].

2.1.5 Mordomus

O Mordomus é um sistema de automação para habitações totalmente desenvolvido e produzido em Portugal, baseado na gestão de diversos módulos, realizado por um software que através de ecrãs *touch* é possível ao utilizador configurar a sua habitação e obter acesso às funcionalidades da mesma [Gama, 2014].

O Mordomus é constituído por hardware gerido e controlado pelo software residente desenvolvido para correr numa consola central, permitindo ao utilizador controlar local ou remotamente as funções e configurações de todo o sistema [Mordomus, 2015d].

Algumas das características da Mordomus são:

- 100% Configurável

O utilizador tem a possibilidade de configurar tudo o que esteja ligado ao sistema, ou seja, não é necessário um técnico especializado quando se pretende alterar por exemplo o horário da rega, ou o que faz um determinado interruptor.

- Dificil instalação

Apesar da configuração poder ser feita pelo o utilizador, a instalação tem de ser feita por um técnico especializado. Contudo a Mordomus informa que a instalação é fácil mas no sentido de não ser necessário obras como partir paredes para fazer a instalação, pois possui uma tecnologia sem fios.

- Eficácia

A Mordomus possui vários pacotes de sistemas, desde o mais básico até um mais completo, satisfazendo assim as necessidades dos clientes, não sendo necessário o utilizador pagar por equipamento que não pretende ou necessita.

- Intuitivo

O facto de ser *user friendly* faz com que seja facilmente configurável pelo utilizador.

- Poupança

Este sistema possui uma ferramenta, o ERM Mordomus, que analisa e atua de acordo com as políticas de poupança que o utilizador inserir no seu sistema.

- Atualizável

A Mordomus garante atualizações vitalícias gratuitas aos seus utilizadores [Mordomus, 2015d].

Algumas das funcionalidades do sistema Mordomus são:

- LCD Tátil;
- E-Map (Planta Eletrónica do Edifício);
- Controlo por IR;
- Recursos Energéticos;
- Vídeo Porteiro;
- Interruptores inteligentes;
- Iluminação inteligente;
- Piscina e Rega de jardim
- Controlo de climatização;
- Segurança;
- Ventilação controlada;

- Persianas e cortinas;
- Acesso remoto via Internet;
- entre outros... [Beleza, 2009]

O utilizador através do seu smartphone, tablet, computador, ou através de uma consola tátil equipada com uma interface gráfica, consegue controlar a sua habitação. Para isso, a Mordomus possui um software para o caso dos computadores e uma aplicação para o caso dos smartphones e tablets, a qual funciona em sistemas Android e iOS. Na Figura 2.7 encontra-se um ecrã tátil fixo da Mordomus, sendo que a Figura 2.8 mostra uma das opções do menu do sistema (Menu Multimédia). Na Figura 2.9 encontra-se a interface de um aplicativo para smartphone.



Figura 2.7: Interface gráfica numa consola com ecrã tátil [Mordomus, 2015c]

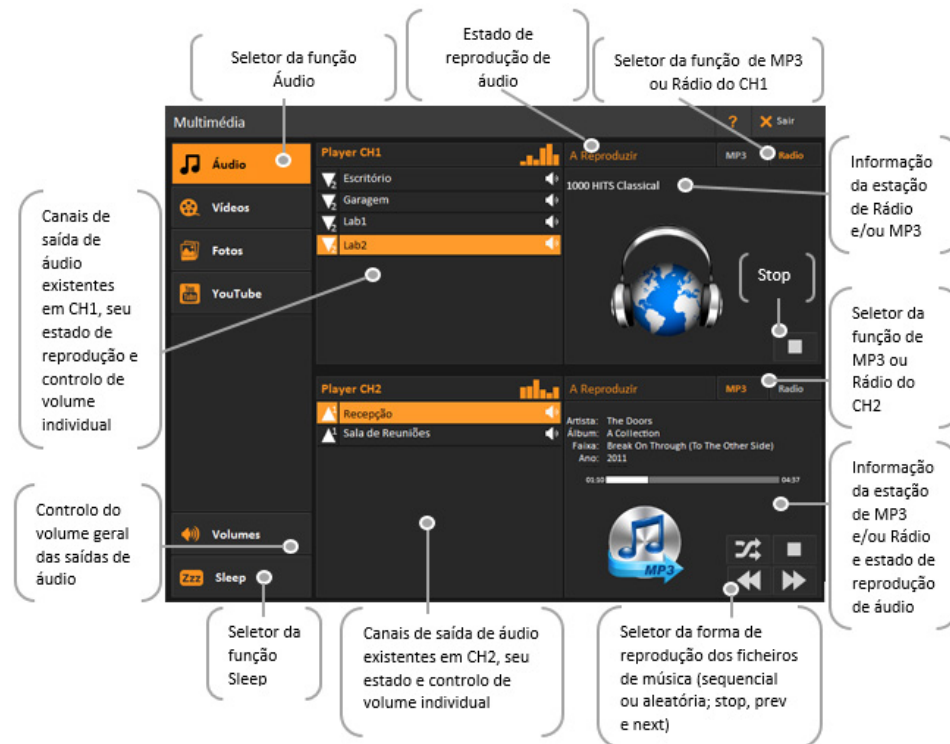


Figura 2.8: Exemplo de Interface gráfica [Mordomus, 2015b]



Figura 2.9: Interface gráfica da aplicação Mordomus num smartphone [Mordomus, 2015a]

Tem como maior desvantagem o sistema usar um protocolo fechado e por isso ser proprietário e pago. Outra das desvantagens é o facto de a Mordomus ser a única empresa que comercializa este sistema e todos os seus módulos, ficando os utilizadores dependentes de uma única empresa.

2.1.6 Cardio

O Cardio é uma solução de domótica da empresa SECANT Home Automation de Montreal, Canada. É uma solução de domótica centralizada e utilizada em habitações residenciais do tipo uni-familiar. O sistema pode ser inserido numa habitação em construção ou já construída, já que pode acoplar-se à instalação elétrica de uma vivenda [Cardio].

O utilizador tem diversas possibilidades de controlar a sua habitação pelo sistema Cardio. Através de uma consola táctil, como a mostrada na Figura 2.10 colocada em qualquer local da sua residência, através de uma consola táctil móvel ou ainda através de qualquer telefone da casa. Esta última opção possui um guia através de uma voz que ajuda o utilizador a controlar o que pretende. Estando no exterior da habitação é ainda possível controlar a mesma através de qualquer telefone exterior ou smartphone (Figura 2.11) e ainda através de um computador [Fernandes, 2011].



Figura 2.10: Interface gráfica numa consola táctil fixa [Inovamótica, 2012]

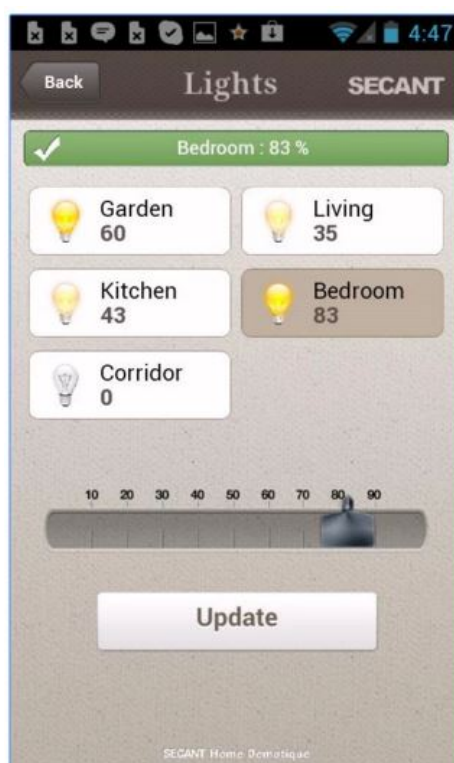


Figura 2.11: Interface gráfica num smartphone Android [Underlabs, 2013]

O Cardio possui vários serviços disponíveis, sendo que os principais passam pelos seguintes:

- Iluminação

É possível para o utilizador poder regular a intensidade da iluminação das diferentes zonas da sua habitação, podendo assim criar um ambiente mais agradável para ver um filme, ou ler um livro. Ainda tem a vantagem de poder poupar energia. O utilizador pode ainda programar uma determinada hora para ligar ou desligar a iluminação.

- Segurança

O sistema dispõe de três sub-sistemas de segurança, do tipo médico, incêndio e intrusão.

- Sistema Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

É possível para o utilizador poder controlar o aquecimento e o ar condicionado da sua habitação, tanto dentro como fora da mesma.

- Sistema de rega

O utilizador pode controlar o sistema de rega, podendo definir um horário para que a rega ocorra.

O Cardio ainda possui outros serviços, tais como o controlo de persianas, cortinas e toldos, controlo de eletrodomésticos, simulação de presença, entre outros. A plataforma

tinha outro serviço que comercializava, umas interfaces de interação por voz, que devido à baixa fiabilidade deixaram de ser comercializadas [Cardio].

Tal como a Mordomus, tem como maior desvantagem o sistema usar um protocolo fechado e por isso todos os problemas referidos para a solução referida anteriormente também se aplicam a esta solução [Beleza, 2009].

2.1.7 OpenHAB

O openHAB é uma solução que inclui apenas software que permite a integração de diferentes sistemas de automação de habitações e tecnologias numa única solução.

Existem várias soluções de automação residencial que são suficientemente úteis para a sua função. Essas soluções vêm com o seu próprio processo de instalação e configuração. Contudo, esses sistemas e dispositivos são desenvolvidos de maneira a que o utilizador não os consiga configurar nem conectar com outros sistemas individuais. Para preencher essa lacuna, foi criado o openHAB para que o utilizador consiga integrar todos os sistemas na sua habitação, de forma a que os diferentes dispositivos consigam comunicar entre si através de um protocolo. O openHAB consegue comunicar com dispositivos que utilizam protocolos como Z-wave, KNX, xPL, EnOcean, MQTT, entre outros [Raffel, 2014].

O openHAB é uma plataforma que está sempre em desenvolvimento, ou seja, como as soluções são em código aberto este é mantido por uma grande comunidade e não dependem das empresas fabricantes. Esta plataforma é, portanto, uma das melhores escolhas para a configuração de uma residência sem nunca esquecer as tecnologias do futuro. Ao nível da privacidade de dados, com esta plataforma todos os dados (como sensores ou interruptores) pertencem apenas ao utilizador, para que seja o mesmo a decidir se quer ou não enviar os dados para fora da sua rede. Tudo funciona bem dentro de uma rede intranet, não sendo necessária uma conexão à internet [OpenHAB, 2016a].

Um aspeto muito importante da arquitetura desta plataforma é o seu design modular. É possível adicionar novos recursos como a integração com outro sistema através de uma ligação, sendo possível adicionar ou remover tais características em pleno funcionamento [OpenHAB, 2016a].

Relativamente à interface do utilizador, é construída com os chamados *sitemaps*. Um *sitemap* é um ficheiro de configuração de texto que consiste numa estrutura em árvore de *widgets* e define diferentes páginas da interface e o seu conteúdo. Um *widget* pode ser associado a um item de forma a mostrar os elementos de controlo e o estado dos mesmos [Raffel, 2014].

O openHAB, sendo uma plataforma baseada em java, pode ser executado em qualquer dispositivo/tecnologia onde o java também o possa ser. Esta plataforma pode ser executada em sistemas operativos como o Windows, MacOS X ou Linux desde que tenham Java1.7. Esta plataforma tem vindo a ser testada e utilizada em plataformas tais como o Raspberry Pi, BeagleBone Black, UDOO e Cubietruck [OpenHAB, 2016b].

Uma das características do openHAB é a interação com diferentes tecnologias e dispositivos conectados ao openHAB. Para isso, é necessário uma interface para que o utilizador possa usufruir dessas tecnologias e dispositivos.

Nas Figuras 2.12 e 2.13 encontram-se duas imagens com as interfaces gráficas das aplicações para Android e iOS respetivamente.

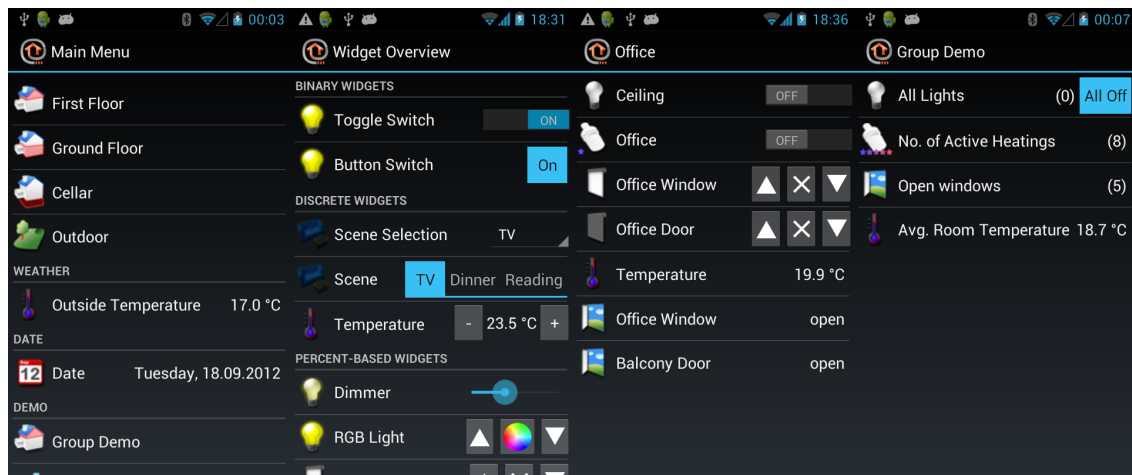


Figura 2.12: Interface gráfica num sistema Android (smartphone e tablet) [OpenHAB, 2016c]

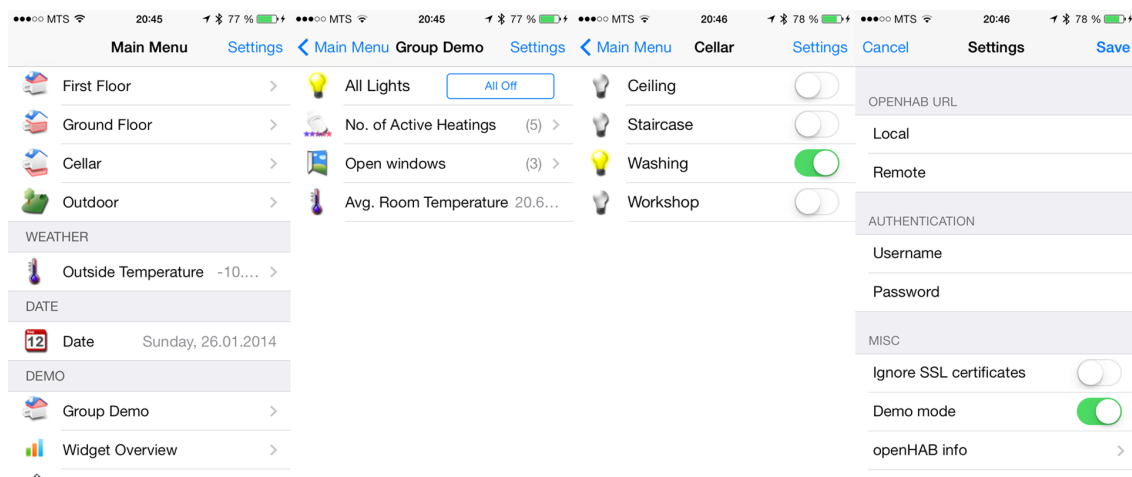


Figura 2.13: Interface gráfica num sistema iOS (iPhone e iPad) [OpenHAB, 2016c]

Na Figura 2.14 encontra-se a interface clássica. Foi a primeira geração de interface gráfica e é uma interface web baseada em Webapp.Net e pode ser acedido através de um qualquer navegador web. A WebApp.Net é uma solução em HTML/JS, que imita uma aplicação para iPhone e é otimizado para a operação de toque. Não só funciona no iPhone/iPod touch, mas também funciona perfeitamente num sistema Android, Symbian, e Blackberry [OpenHAB, 2016c].

Resumindo, o utilizador pode estar em qualquer lugar com um qualquer dispositivo referido anteriormente e aceder à interface para controlar a sua habitação.



Figura 2.14: Interface gráfica acessível num navegador web) [OpenHAB, 2016c]

Na Figura 2.15 encontra-se a interface Greent desenvolvida com Sencha2.0! JavaScript. Greent é executado na maioria dos navegadores web e sistemas Webkit. Três tipos de dispositivos são suportados: smartphone, tablet e computador. O aplicativo deteta automaticamente o tipo de dispositivo e adequa a interface ao mesmo [OpenHAB, 2016c].

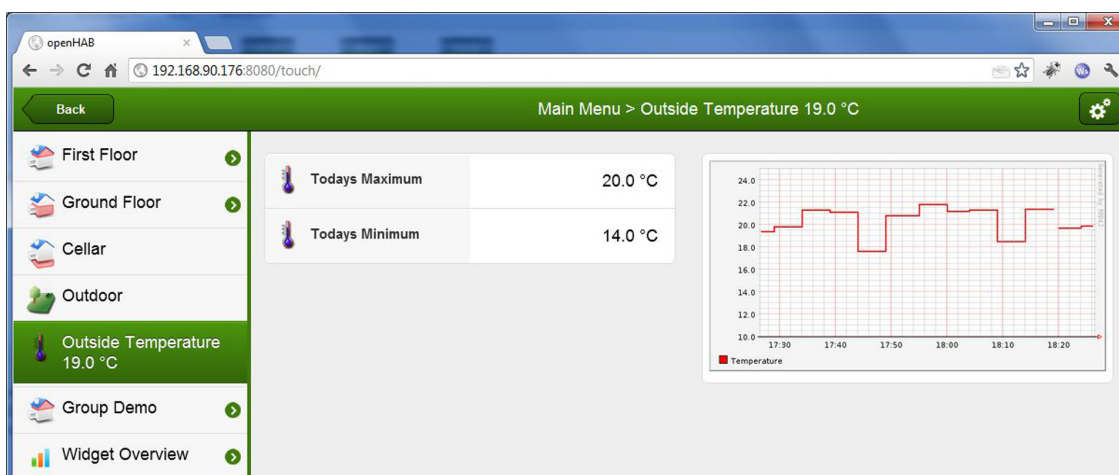


Figura 2.15: Interface gráfica Greent [OpenHAB, 2016c]

2.1.8 Freedomotic

A Freedomotic é uma plataforma *opensource* que tem como objetivo controlar espaços modernos e inteligentes. É destinado a utilizadores particulares (domótica), bem como a pequenos negócios (por exemplo monitorização e análise de dados) [Freedomotic, 2016a].

Tal como o openHAB, esta solução baseia-se apenas em software.

Esta plataforma é capaz de interagir com os protocolos de automação padrão mais conhecidos, bem como com soluções pessoais. A Freedomotic permite desenvolver espaços inteligentes desde pequenos até grandes edifícios, tais como museus, escolas, escritórios, centros comerciais e campus universitários. Para Original Equipment Manufacturer (OEM)s e programadores de software, a Freedomotic é a solução mais fácil para desenvolver sistemas de automação residencial, reduzindo drasticamente o esforço de desenvolvimento e o tempo de chegada ao mercado [Freedomotic, 2016a].

A Freedomotic pode ser integrada com tecnologias de automação desde BTicino OpenWebNet, Modbus RTU, Z-wave, bem como projetos de automação personalizados com o auxílio de dispositivos Arduino, placas "*do it yourself*", interfaces gráficas de terceiros, deteção de movimento utilizando câmaras IP, redes sociais, entre outras [Fidalgo, 2015]. Esta plataforma pode ser executada em diversos sistemas operacionais que suportem Java, tais como Linux, Windows, iOS, Android e Raspberry Pi. A Freedomotic é atualmente uma versão beta que está em constante crescimento com o auxílio de uma grande comunidade [Fidalgo, 2015].

Relativamente à arquitetura da plataforma, é modular e fornece um *core (framework)* e uma série de extensões (*plugins*). O *framework* inclui as estruturas internas de dados para a representação dos espaços (divisões da habitação, conexões, topologia, etc...), das tecnologias que estão inseridas nesses espaços e também fornece um mecanismo de geração de regras, ou seja, o utilizador pode configurar o sistema com simples estados "*if...else...*", por exemplo "se for noite, ligar a luz do escritório"[Nicoletti, 2015].

Em relação aos *plugins* eles dividem-se em duas categorias:

- *Device plugins*:

Permitem expandir as funcionalidades do *framework* e podem ser adquiridos através do *marketplace* online. Estes geralmente têm como objetivo a comunicação com tipos de hardware específico. Contudo, também existem *plugins* de carácter meramente gráfico.

- *Object Plugins*:

Permite modelar os objetos de uma habitação (lâmpadas, portas, sensores, etc.) com as suas propriedades. Por exemplo, um conector para uma lâmpada indica ao *framework* que o objeto tem uma propriedade de "*powering*", ou seja ON/OFF ou uma propriedade de brilhos que pode assumir valores inteiros num intervalo entre 0 e 100. Assim, uma lâmpada pode estar ligada ou desligada e com uma luminosidade adequada ao que se pretende [Nicoletti, 2015].

Em relação às interfaces gráficas nas figuras seguintes encontram-se alguns exemplos de acesso através de um navegador web, sendo que a Figura 2.16 mostra a janela de Login, a Figura 2.17 uma planta da residência, a Figura 2.18 alguns menus como relógio e a iluminação e a Figura 2.19 uma interface gráfica num Raspberry Pi.



Figura 2.16: Página do Login [Freedomotic, 2016b]

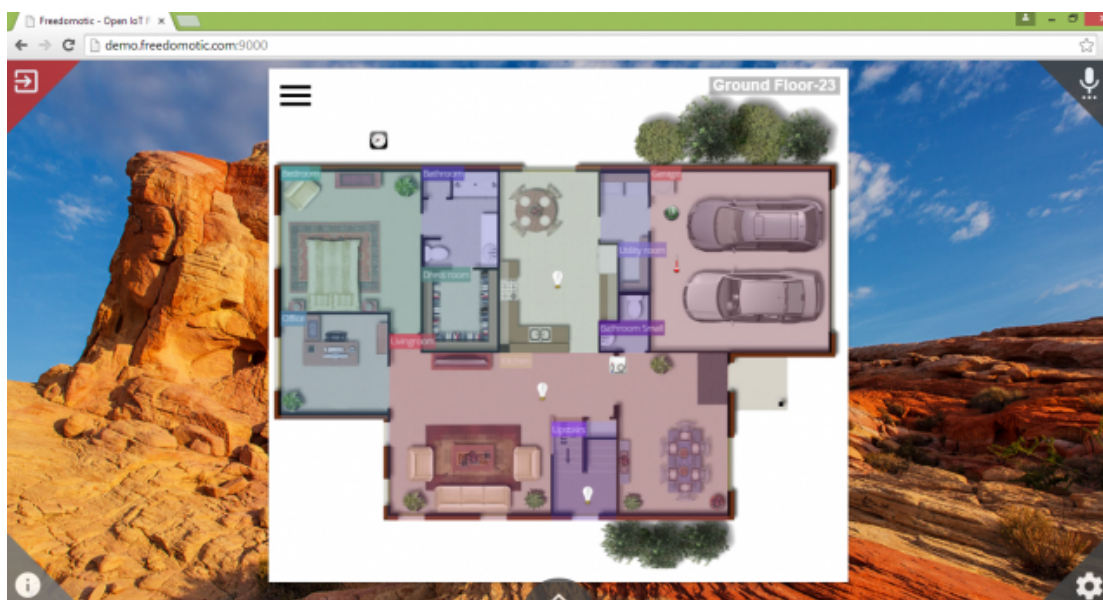


Figura 2.17: Exemplo 1 da interface [Freedomotic, 2016b]

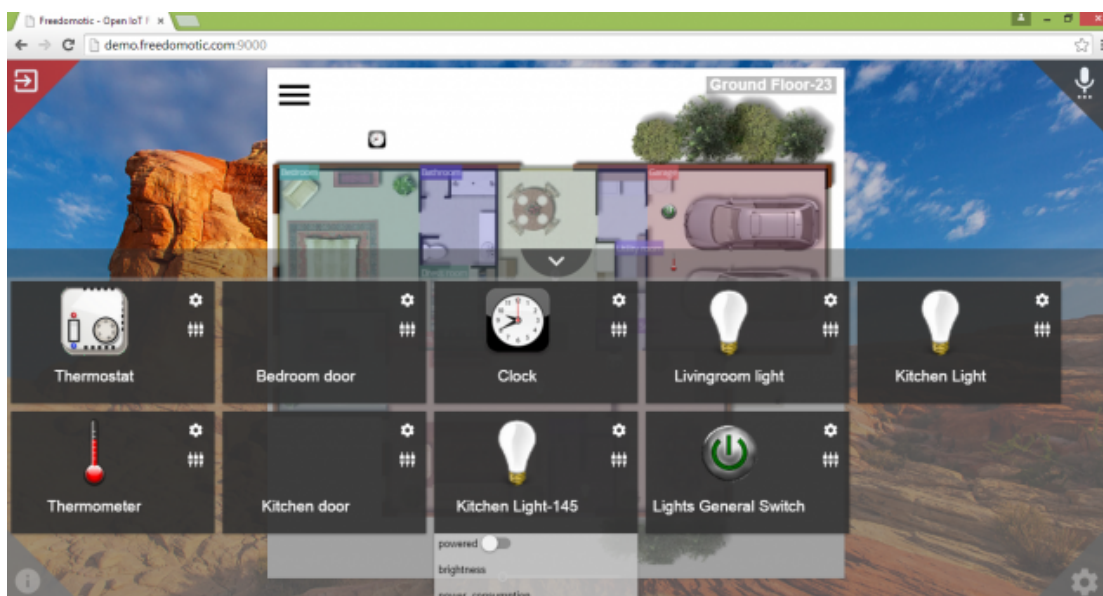


Figura 2.18: Exemplo 2 da interface [Freedomotic, 2016b]

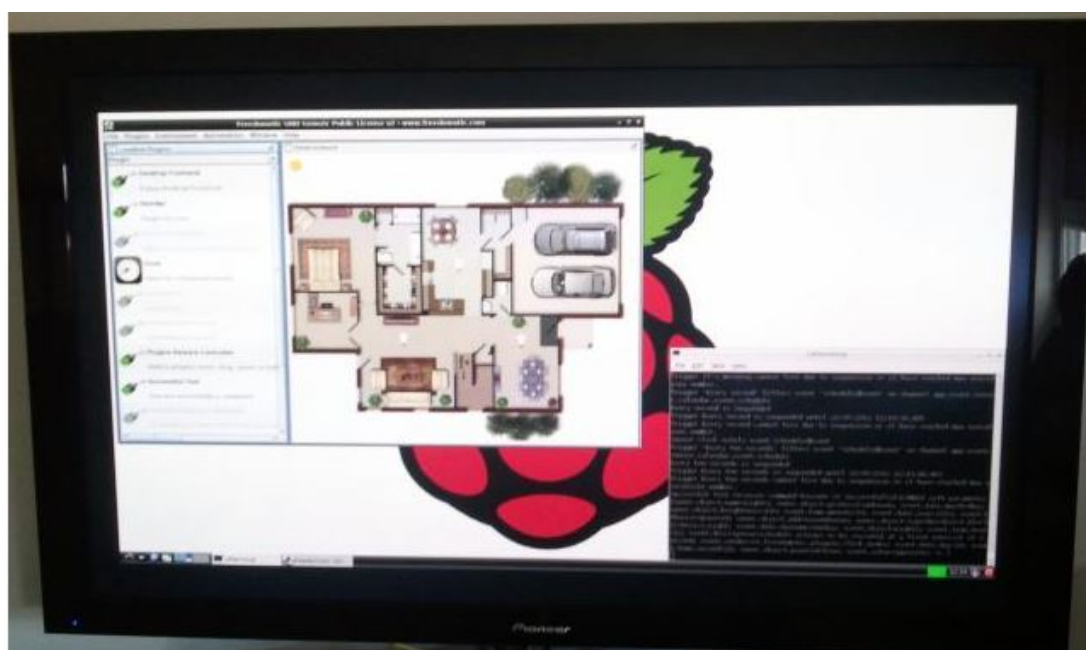


Figura 2.19: Interface gráfica num Raspberry Pi [Freedomotic, 2016b]

Em resumo, encontra-se de seguida algumas das principais características desta tecnologia:

- Multi-plataforma:

Linux, Windows, iOS, Android, Raspberry são plataformas onde o Freedomotic pode ser executado.

- Multilíngua:

Está acessível em mais de vinte idiomas.

- *Marketplace* online:

Através do *Marketplace* online é simples fazer download e instalação dos *plugins*, sendo assim mais fácil incorporar novos dispositivos hardware.

- Modo Simulação:

Permite executar sem qualquer sensor ou atuador conectados ao sistema, facilitando assim a configuração e fazer testes sem adquirir qualquer hardware.

- Histórico:

Permite ao utilizador verificar os consumos de forma a implementar medidas, com o intuito de fazer uma poupança da energia a consumir [Fidalgo, 2015].

2.1.9 Análise comparativa

Em resumo, a tecnologia X10 é uma das mais divulgadas e utilizadas em todo o mundo. Isso deve-se ao seu baixo custo e à facilidade de uma pessoa comum, sem ter conhecimentos técnicos específicos, conseguir automatizar a sua habitação utilizando a rede elétrica já instalada. Contudo, o X10 contém algumas limitações, tais como as baixas velocidades de transmissão e o ruído a que a transmissão está sujeita, o que faz com que não seja a solução mais apropriada para sistemas com uma maior sofisticação. Como alternativas ao X10 tem-se a tecnologia KNX, mais divulgada na Europa, e a LonWorks com maior utilização nos Estados Unidos. Estas duas tecnologias possibilitam a instalação de sistemas com um maior nível de complexidade. Todavia, para a criação e instalação de um destes sistemas é necessário conhecimentos técnicos e ferramentas próprias, fazendo com que o custo seja bastante mais elevado que o sistema X10. Relativamente à tecnologia CEBus é de realçar as suas boas características técnicas, as quais, no entanto, não impediram que a solução se revelasse um insucesso comercial dado o seu custo inicial e a pouca aceitação do mercado.

Relativamente às últimas quatro soluções, o Openhab e a Freedomotic têm como vantagens para o utilizador o facto de serem open source, pois estão sempre em constante atualização, mas também, o serem integradoras, ou seja, conseguem incorporar nas suas soluções diversos tipos de tecnologia de diferentes fabricantes. A Cardio, tal como a solução X10, pode utilizar a rede elétrica da habitação como meio de comunicação. Esta solução, tal como a Mordomus, são soluções pagas. A Mordomus, apesar de ser paga, baseia-se numa instalação complicada para o utilizador sendo necessário o auxílio de um técnico especializado. Tem como maior vantagem as atualizações gratuitas vitalícias do sistema.

Na Tabela 2.1, encontram-se de forma resumida as interfaces utilizadas por todas as soluções estudadas.

Tabela 2.1: Tabela com as soluções domóticas e as suas interfaces utilizadas

Número	Legenda
KNX	Consola touch embutida, controlador remoto(RF), smartphone, tablet e computador
LonWorks	Controlador touch embutido
X10	Controlo remoto (RF)
CEBus	Controlo remoto (RF) e Controlo remoto (IV)
Mordomus	Consola touch embutida, controlador remoto(IV), smartphone, tablet e computador
Cardio	Consola touch embutida, consola touch móvel, telefone de casa e smartphone, tablet e computador
OpenHAB	Smartphone, tablet e computador
Freedomotic	Smartphone, tablet e computador

2.2 Estudo de documentos de outros autores

Neste tópico do estado da arte encontram-se alguns trabalhos de outros autores cuja a temática se assemelha ao tema desta dissertação.

2.2.1 "Diseño Ergonómico de Interfaz Gráfica y Uso de Interfaz de Manos Libres en Simulación de Tareas Domóticas"

Este artigo, da autoria de Pere Ponsa, Marta Díaz, Cristina Manresa-Yee e Beatriz Amante, tem como objetivo explicar o desenvolvimento de uma interface gráfica ergonómica e o uso de um sistema mãos livres na área da domótica. Os autores fazem uma pequena introdução, explicando que as interfaces têm diferentes formas de se poder comunicar entre si, não sendo estritamente necessário a utilização de um rato convencional. Para isso, utilizaram uma *webcam* de forma a poder comunicar com a interface gráfica através dos movimentos feitos pelo utilizador, como por exemplo, movimentos com a cabeça ou o nariz. Esta ideia foi pensada com maior foco nas pessoas com necessidades especiais, mais concretamente em casos de paralisia cerebral.

A primeira tarefa foi a de desenhar uma interface gráfica de forma a poder simular alguns cenários domóticos. Esta interface gráfica está dividida em duas partes, sendo que na parte inferior existe a possibilidade de o utilizador poder mudar entre diversos modos, entre manual e automático, ativar o modo de emergência, entre outros. Na parte superior aparecem os diversos dispositivos domóticos que o utilizador pode controlar sendo que existe uma página para cada divisão da habitação, ou seja, para cada divisão aparecem os variados dispositivos que o utilizador pode controlar. Na Figura 2.20 aparece a interface gráfica desenvolvida, sendo que esta se encontra na página relativa à divisão sala de estar. É perceptível os dispositivos que se podem controlar, a televisão, a iluminação da divisão, a temperatura e a persiana.

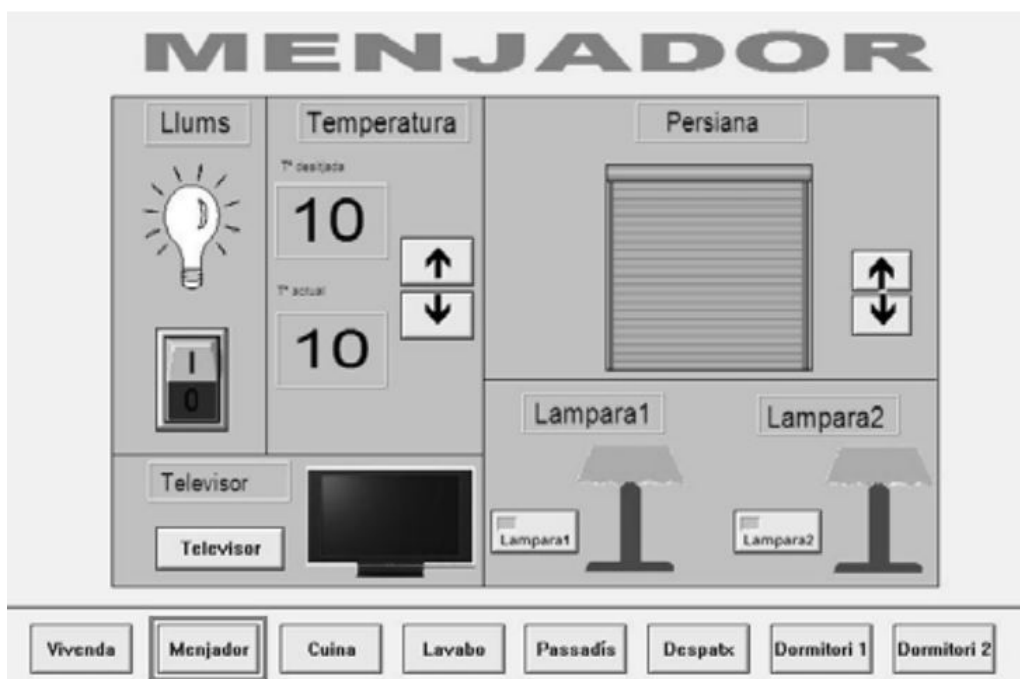


Figura 2.20: Interface gráfica (secção sala de jantar) [Ponsa *et al.*, 2008]

Numa segunda fase foi feito um estudo experimental através de Visual Based Interface (VBI) "rato facial". Para a preparação desta fase foi necessário o uso de uma câmara Quickcam Logitech, o software Ratón Facial da CREA SISTEMAS INFORMÁTICOS e a interface gráfica desenvolvida anteriormente. Uma vez posicionada a *webcam* e verificado qual o melhor local para a posicionar (ao lado do ecrã) e a distância a que o utilizador se deve encontrar, sete participantes testaram o sistema. Os autores concluíram que os participantes utilizaram uma carga mental superior com a utilização do software Ratón Facial do que com a utilização do rato convencional como visível no gráfico da Figura 2.21. Os autores justificam este facto com a pouca ou nenhuma familiaridade com o software Ratón Facial.

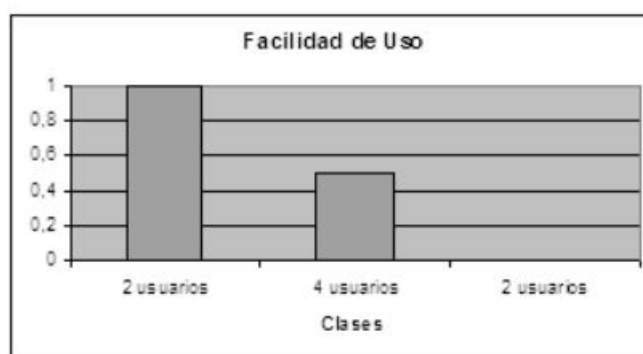


Figura 2.21: Gráfico da carga Mental de 4 participantes [Ponsa *et al.*, 2008]

Numa terceira fase fizeram a mesma experiência mas utilizando outro VBI, neste caso o SINA. Neste caso, foram testados os tempos totais que o utilizador demora a

fazer determinadas ações e foi-lhes questionado a facilidade relativamente ao uso do sistema. Os autores chegaram à conclusão que os tempos são bastante aceitáveis, contudo constataram que os utilizadores não sentiram uma grande facilidade com a utilização do sistema, como se pode verificar no gráfico da Figura 2.22.

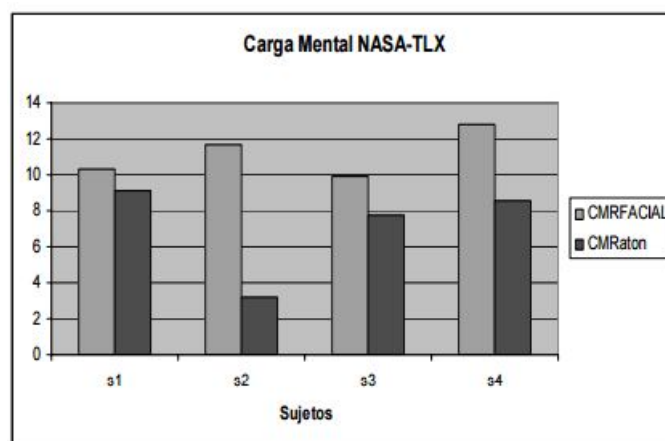


Figura 2.22: Gráfico da facilidade de utilização [Ponsa *et al.*, 2008]

Concluindo, este artigo descreve uma solução experimental de controlo de uma habitação através da comunicação feita por webcam com uma interface gráfica. Apesar de terem conseguido implementar a ideia, na prática os utilizadores tiveram alguma dificuldade na sua utilização [Ponsa *et al.*, 2008].

2.2.2 "Simulador de domótica con interfaz vocal"

O objetivo desta dissertação, da autoria de Ander Welton Rodríguez da Universitat Autònoma de Barcelona, foi o de simular uma habitação automatizada e através de uma interface por voz controlar essa mesma habitação. O autor pretendia que o sistema reconhecesse uma série de ordens predefinidas e executasse as funções correspondentes em modo simulado, sendo que para isso desenvolveu todo este sistema de forma faseada.

Primeiramente, o autor dedicou-se à fase de reconhecimento de voz utilizando o software de código aberto HTK (conjunto de bibliotecas e aplicações). Escolheu as frases que queria que o sistema reconhecesse, definiu as palavras que compunham essas mesmas frases, e através do software HTK, criou amostras sonoras. Na Figura 2.23 encontra-se um exemplo de uma amostra onde se pode verificar que em baixo de cada fonema aparece a letra correspondente.

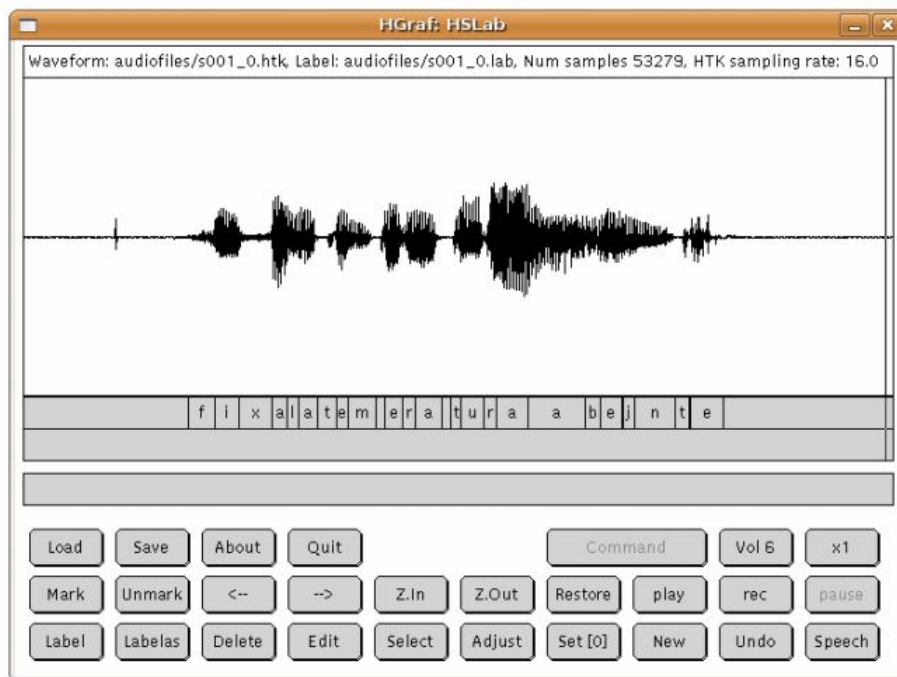


Figura 2.23: Exemplo de uma amostra sonora tratada no software HTK [Rodríguez, 2009]

Na segunda parte o autor foca-se no desenvolvimento de um simulador de uma habitação com auxílio do OpenGL e GLUT no Windows e Visual C++. Começou por desenvolver a planta da habitação, sendo que de seguida usou uma biblioteca de ficheiros 3ds para aumentar a realidade da sua simulação. Na Figura 2.24 encontra-se uma imagem do simulador 3D onde se pode ver alguns dos objetos e texturas usados da biblioteca referida anteriormente.



Figura 2.24: Imagem do simulador 3D [Rodríguez, 2009]

Desenvolvida a simulação 3D da habitação e concluído o reconhecedor de voz, a etapa seguinte passou pela comunicação entre ambos. Sendo estes sistemas separados, o autor decidiu fazer a comunicação através de *sockets*, considerando o reconhecedor de voz como cliente e o simulador como servidor. Como o reconhecedor de voz corria em Linux, bastou ao autor fazer o download da biblioteca dedicada para este fim. No entanto, o simulador corria em Windows, onde não existia uma biblioteca standard de C++, tendo o autor utilizado uma biblioteca própria do Windows.

Chegando à última etapa, o autor fez diversos testes ao sistema utilizando todas as frases que o mesmo tinha criado para controlar a simulação. Os resultados foram bastante satisfatórios, tendo o autor reconhecido que se existir ruído externo ou uma má captação do sinal por parte do microfone poderá resultar numa ordem sem sucesso.

Concluindo, nesta dissertação encontra-se uma solução experimental de controlo de uma simulação de uma habitação através da comunicação feita por reconhecimento de voz. Apesar da ideia ter sido bem implementada, se existirem ruídos o autor não consegue comunicar com a simulação, ou seja, era necessário desenvolver outra forma de interface, como por exemplo uma aplicação ou uma interface web [Rodríguez, 2009] de forma a complementar.

Capítulo 3

Solução proposta

O problema que se propõe solucionar reside no facto de na área da automação de edifícios, as interfaces que as soluções de domótica dispõem não serem *user-friendly*. Grande parte dessas interfaces não são gráficas, e quando o são possuem diversas limitações de utilização.

Neste capítulo apresenta-se uma proposta de uma solução a ser implementada. Primeiramente é apresentada uma breve descrição da proposta sendo que de seguida descrevem-se as principais características do produto e onde ele se enquadra. Por fim, um tópico com curtas mas importantes explicações sobre o software que se utilizou ao longo desta dissertação.

3.1 Descrição geral da proposta

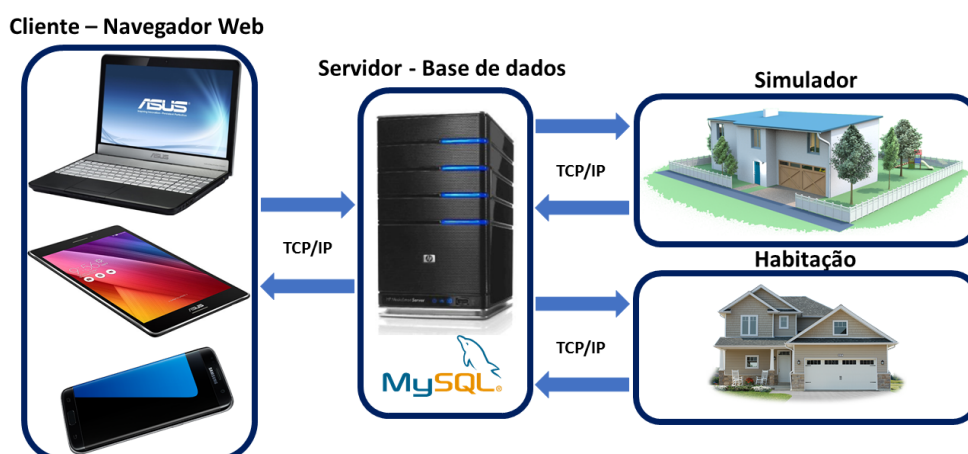


Figura 3.1: Esquema geral da proposta

Conforme se pode verificar pelo esquema da Figura 3.1, a solução proposta passou pelo desenvolvimento de uma interface gráfica que estabelecesse a ligação com uma base de dados, sendo que a interface tem como principal atratividade a possibilidade de poder ser controlada também por comandos de voz. Desenvolveu-se a interface em linguagens web para que o utilizador pudesse aceder em qualquer dispositivo que se pudesse conectar a uma rede internet através de um navegador web. Pretende-se ainda criar um simulador de uma habitação para uma maior facilidade no desenvolvimento da interface, mas também para que se possa ter maior perceção do que o utilizador está a controlar, não necessitando assim de qualquer hardware. A base de dados tem como principal função fazer a ponte entre a interface e a habitação, estando assim a interface independente dos diferentes equipamentos utilizados. Relativamente às conexões, escolheu-se o protocolo de comunicação Transmission Control Protocol (TCP)/IP por ser um dos mais utilizados em todo o mundo em ambientes industriais, escritórios e em habitações. Tem como vantagens o facto de possuir uma arquitetura aberta possibilitando assim a comunicação entre todos os sistemas e ainda a capacidade de incorporar tecnologias futuras. Desta forma, o utilizador poderá controlar a sua habitação de forma fácil e agradável através do navegador web do seu dispositivo.

3.1.1 Cliente - Navegador Web

Relativamente à parte do cliente, propõe-se a criação e desenvolvimento de uma interface gráfica com comandos de voz integrados, que pode ser acedida através de um navegador web de um qualquer dispositivo, dando assim a possibilidade ao utilizador de controlar e monitorizar a sua habitação. Optou-se pelos comandos de voz pela facilidade e conforto que o utilizador terá, sendo que este pode encontrar-se em qualquer lugar da sua habitação com um qualquer dispositivo com acesso à rede e um navegador web para facilmente ter acesso a toda a habitação. Esta interface está em constante atualização, fazendo o pedido ao servidor os dados que se encontram armazenados em várias tabelas de 2 em 2 segundos, dando assim a possibilidade do utilizador poder monitorizar toda a sua habitação em tempo real. Em relação ao controlo, a interface faz o envio de uma ordem para a base de dados quando o utilizador clica em algum botão ou envia uma ordem através de um comando por voz, alterando assim valores na base de dados que posteriormente irão alterar sistemas como o da água ou da luz. Ainda de referir que se pretende que a interface seja de fácil utilização, visivelmente agradável e funcional.

3.1.2 Servidor - Base de dados

Relativamente ao servidor, propõe-se a criação e desenvolvimento de uma base de dados onde se encontrarão todos os dados associados à habitação distribuídos por diferentes tabelas que correspondem a diferentes áreas como a água ou a luz em vez de se colocar tudo numa tabela, fazendo com que a base de dados seja muito mais organizada. Irá ser utilizado um computador portátil com um *web server* Apache para funcionar como servidor e armazenar uma base de dados MySQL. A principal função da base de dados é o de servir como *shared memory*, ou seja armazenar e partilhar informação entre a interface e os diferentes equipamentos da habitação.

3.1.3 Habitação

No âmbito desta dissertação não se pretende fazer a ligação real com os dispositivos e sistemas de uma casa, pretende-se apenas fazer a comunicação entre a interface e a base de dados. Em paralelo a esta dissertação, existem duas outras que utilizarão esta mesma base de dados para interagir com a habitação.

Numa habitação existem diversos equipamentos e dispositivos de múltiplas marcas como autómatos, microcontroladores e dispositivos de rede, sendo que estes comunicarão com a base de dados e não diretamente com a interface facilitando assim a comunicação.

3.1.4 Simulador

Em auxílio ao desenvolvimento e de maneira a se poder visualizar de forma mais clara e intuitiva o funcionamento da interface, propõe-se o desenvolvimento de um simulador de uma habitação. Este ainda tem a função didática para o utilizador, ou seja, serve para este aprender a manusear a interface. O simulador irá estar em constante ligação com a base de dados mostrando assim os dados relativos à água, luz entre outros. O simulador também irá ter botões de controlo simulando assim o controlo físico de uma habitação.

3.2 Principais características

O produto tem como principais características os seguintes cinco pontos:

- Multiplataforma:

A interface gráfica pode correr em qualquer browser de um qualquer dispositivo com acesso à rede.

- Integração de diferentes soluções:

Utilizando uma base de dados como ponte entre a interface e os sistemas/dispositivos eletrónicos de uma habitação, a interface não está dependente de uma única solução no que se refere ao hardware, deste modo é possível a integração independentemente da marca.

- Monitorização e controlo:

A interface tem de ser capaz de monitorizar os dados na base de dados e controlar esses mesmos dados.

- *User-friendly*:

É necessário que a interface gráfica seja agradável para o utilizador e de fácil utilização.

- Comandos por voz:

Possibilidade de utilizador controlar a interface por comandos de voz.

3.3 Perspetiva de futuro do produto

A interface gráfica a ser implementada integrará um sistema que está a ser desenvolvido em paralelo, onde se desenvolverá um equipamento responsável pela atualização da base de dados com informação sobre os estados dos dispositivos de uma rede e controlo dos mesmos. Com a interface gráfica a ser desenvolvida o utilizador terá acesso a toda informação dos estados dos equipamentos que se encontram na rede, tendo ainda a possibilidade de controlar esses equipamentos.

3.4 Ferramentas de programação utilizadas

3.4.1 Dreamweaver CS6

O Dreamweaver é uma ferramenta de projeto e desenvolvimento de páginas web bastante usada por web designers e programadores web. A escolha recaiu nesta ferramenta, pois existe uma grande quantidade de informação e tutoriais de forma a que seria mais fácil de aprender tudo o que fosse necessário para manipulação deste software. Tem ainda a vantagem de se poder visualizar o layout da página enquanto se programa, como se pode verificar na Figura 3.2, e ainda de facilitar a conexão com uma qualquer base de dados.

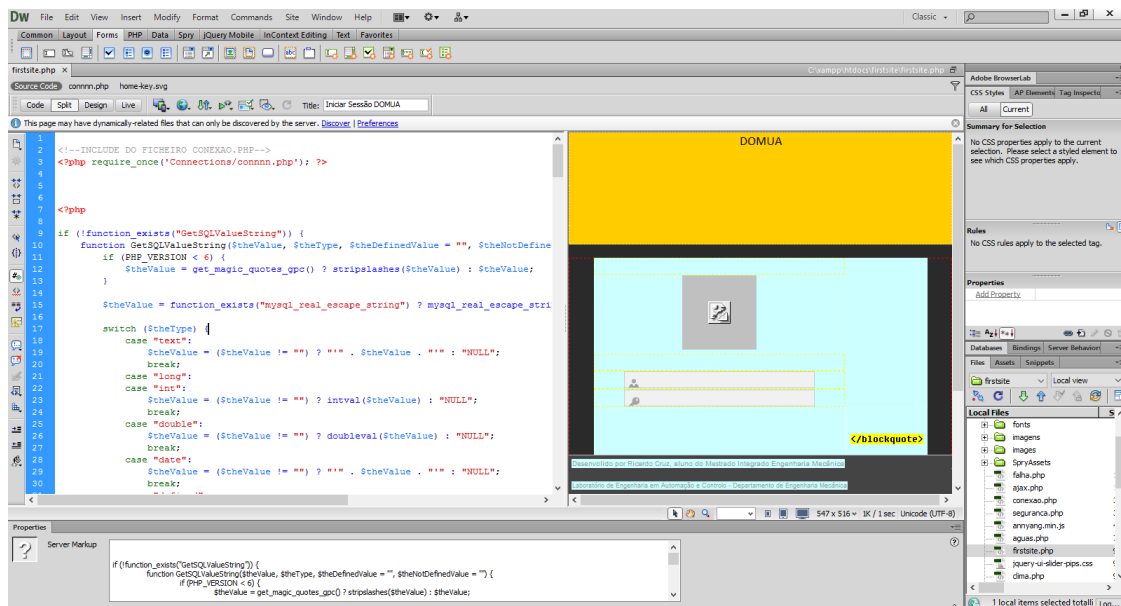


Figura 3.2: Ambiente Dreamweaver

3.4.2 MySQL

O MySQL é um gestor de base de dados, sendo este um dos mais utilizados em todo o mundo. Tem como grande vantagem o seu elevado desempenho e estabilidade, mas também portabilidade e compatibilidade, ou seja, suporta a maioria das plataformas atuais.

Qualquer software desenvolvido nas linguagens de programação, como Python, Java, Visual Basic entre outras, consegue estabelecer ligação. A escolha recaiu no MySQL, não só pelas vantagens referidas anteriormente mas também pela facilidade de utilização do mesmo, no facto de correr em background e também pelo autor ter já algum conhecimento na utilização deste.

3.4.3 Visual Studio 2012

O Visual Studio é um conjunto de ferramentas e serviços para a criação de software. Este permite programar em algumas linguagens tais como Visual Basic, C, C++, e C#, entre outras. Utilizou-se este software para o desenvolvimento do simulador, sendo que a opção por esta ferramenta justifica-se pelo facto de garantir qualidade durante todo processo de desenvolvimento e aumento de produtividade, ou seja, melhores resultados em menor tempo.

Capítulo 4

Implementação e avaliação de desempenho

Neste capítulo encontra-se todo o desenvolvimento em volta da implementação da solução proposta, sendo explicado todas as fases pelas quais o processo passou.

4.1 Explicação geral

Conforme se pode verificar no esquema detalhado da Figura 4.1, a solução que se implementou passou por três grandes grupos, a interface gráfica, a base de dados e o simulador.

O utilizador pode aceder às informações da sua habitação, podendo monitorizar e controlar diferentes dados referentes à sua habitação, através de um qualquer dispositivo que tenha acesso à rede internet como um computador, um tablet ou um smartphone, e que nesses mesmos dispositivos tenha instalado um navegador web como o Google Chrome.

Para isso, o utilizador tem de colocar na barra de pesquisa o Uniform Resource Locator (URL) referente à página php correta. Assim é feito o pedido dessa página através de uma conexão TCP/IP. Esse pedido chega ao *web server*, mais concretamente ao Apache, que de seguida escolhe o ficheiro php correspondente. O ficheiro php está em constante ligação com o servidor da base de dados, pedindo os dados das tabelas que se encontram na base de dados MySQL.

Relativamente ao simulador, este faz a conexão diretamente com o servidor da base de dados, através de uma conexão TCP/IP, podendo assim enviar todos os dados relativos à simulação de uma habitação.

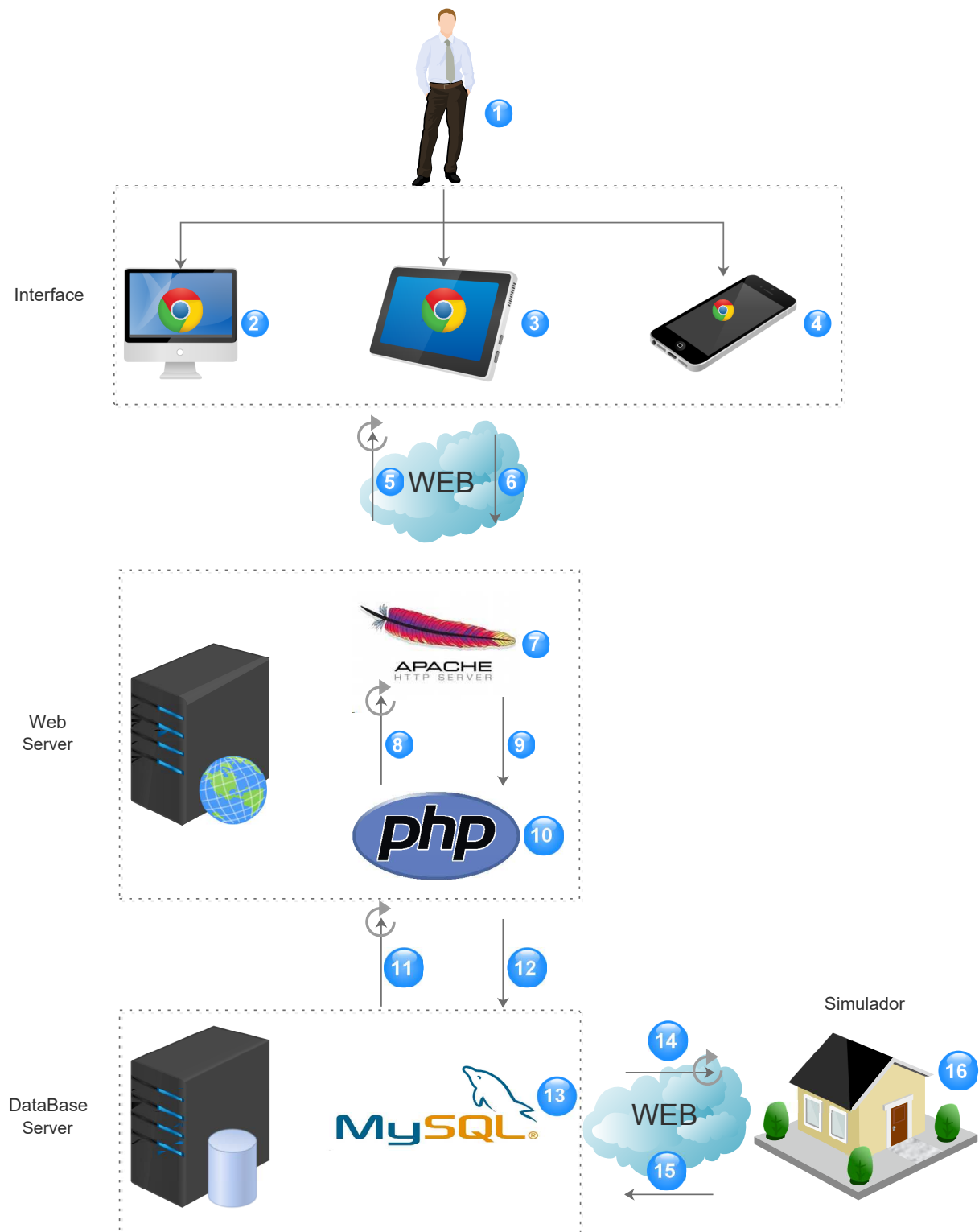


Figura 4.1: Esquema detalhado da solução

Tabela 4.1: Legenda do esquema detalhado da Figura 4.1

Número	Legenda
1	Utilizador
2	Computador (Navegador web - Google Chrome)
3	Tablet (Navegador web - Google Chrome)
4	Smartphone (Navegador web - Google Chrome)
5	Envio de dados do navegador web para o Apache
6	Envio de dados do Apache para o navegador web
7	Web server Apache
8	Envio de dados das páginas php para o Apache
9	Envio de dados do Apache para as páginas php
10	Páginas php
11	Envio de dados da base de dados MySQL para as páginas php
12	Envio de dados das páginas php para a base de dados MySQL
13	Base de dados MySQL
14	Envio de dados da MySQL para o simulador de 3 em 3 segundos
15	Envio de dados do simulador para a MySQL
16	Simulador da habitação

4.2 Interface gráfica

Em relação à interface gráfica, esta foi desenvolvida em linguagens web, html, javascript e css, de forma a poder ser facilmente acessível em um qualquer dispositivo comum que tenha acesso à rede e um navegador web. A escolha recaiu sobre estas linguagens pois estas são multiplataforma, ou seja, conseguem correr em diferentes sistemas operativos. Relativamente aos comandos por voz, utilizou-se uma biblioteca livre de nome Annyang [Annyang, 2016] de forma a ser mais fácil a implementação destes.

O ambiente de desenvolvimento escolhido foi o Dreamweaver pelas razões já divulgadas no subcapítulo anterior.

Tendo sido escolhida a linguagem e o ambiente de programação, começou-se a pensar no número de páginas e na estrutura da interface, ou seja, nos menus que iria conter, na disposição dos controlos e dados a monitorizar, mas também, não menos importante, nas divisões que iria ter a habitação e os dados que se poderiam controlar e monitorizar.

Optou-se por desenvolver diversas páginas php, sendo que duas delas são principais, uma primeira para o utilizador introduzir os seus dados de login, o nome de utilizador e a password, e uma segunda página de controlo e monitorização dos dados da habitação, estando o acesso a esta página bloqueado se os dados inseridos na primeira página estiverem incorretos.

4.2.1 Conexão com a base de dados

Para não se escrever em cada ficheiro php a conexão com a base de dados MySQL, preferiu-se desenvolver um script à parte de forma a apenas fazer a inclusão desse ficheiro em todas as páginas php que se desenvolveu. A conexão foi feita através do comando *mysql_pconnect* que tem como inputs o IP *address* do servidor, nome da base de dados, nome do utilizador para aceder à base de dados e respetiva password, que podem ser visualizados na Tabela 4.2 que se encontra de seguida.

Tabela 4.2: Tabela de variáveis para a conexão com a base de dados

Variáveis	Valor das variáveis
IP <i>address</i>	"localhost"
Nome da base de dados	"userlogin"
Nome da conta de acesso do utilizador	"root"
Password	-

4.2.2 Página Login

Relativamente à página de login ilustrada na Figura 4.2, primeiramente pensou-se na estrutura da página. Esta contém dois *input tags*, uma do tipo "text" e outra do tipo "password", sendo que a primeira servirá para colocar o nome do utilizador e a segunda para colocar a respetiva password. Para submeter os dados de login, a página possui um *input tag* do tipo "submit". A página também possui informação do autor e das instituições que colaboraram para a elaboração da página. Pode ser visível na Figura 4.3 em maior pormenor as "textbox" para inserção dos dados e o botão de login.

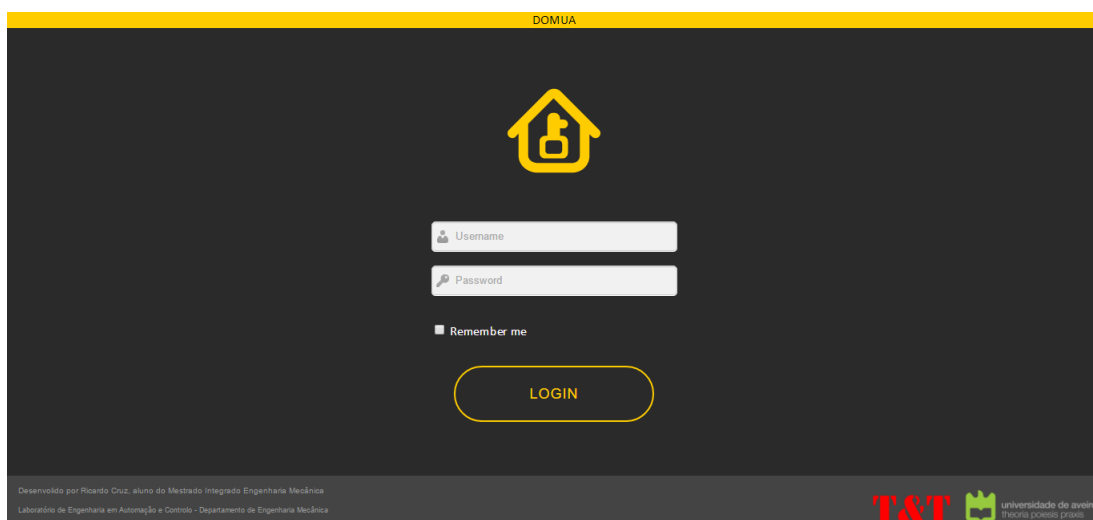


Figura 4.2: Layout da página de login

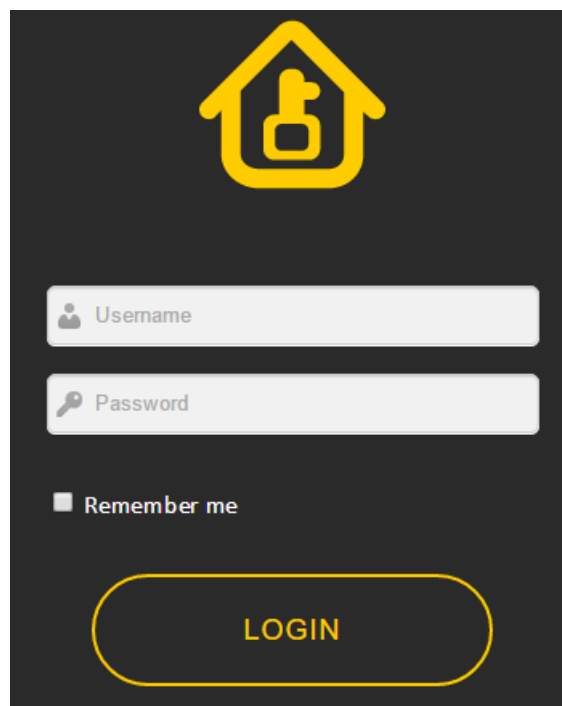


Figura 4.3: Maior pormenor da página de login

Conforme se pode ver pelo fluxograma da Figura 4.4, ao entrar na página, o utilizador tem a possibilidade de inserir os dados de login, que serão verificados com os dados que se encontram na base de dados, sendo que se estes estiverem errados, volta a apresentar a página de login, se estes estiverem corretos passará para a página de controlo e monitorização. Para este processo, desenvolveu-se um *script*, em que este compara os dados que o utilizador insere, e verifica em primeiro lugar se o nome do utilizador se encontra correto, ou seja, se existe na base de dados. Estando o nome do utilizador correto, a verificação passa pela comparação da password inserida pelo utilizador com a password correspondente ao nome do utilizador já antes verificado. Se os dados estiverem corretos, o navegador web passa para a página de controlo e monitorização da habitação. Contudo se os dados estiverem errados, aparece um alerta com a mensagem: "A informação de acesso que introduziu não se encontra na base de dados" como é possível ver na Figura 4.5, e volta a apresentar-se de novo a página de login, possibilitando assim uma nova inserção dos dados do utilizador.

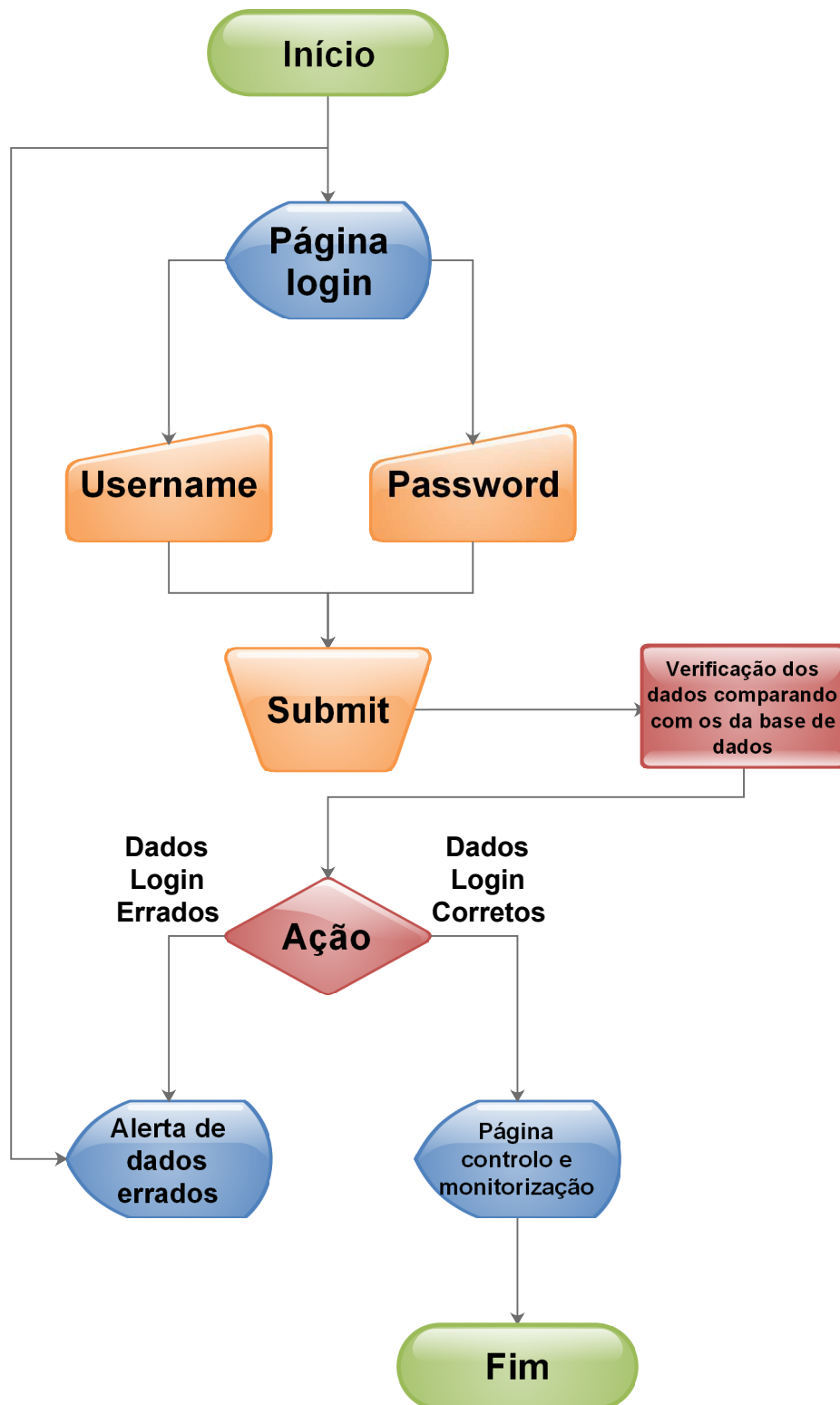


Figura 4.4: Fluxograma da página de login

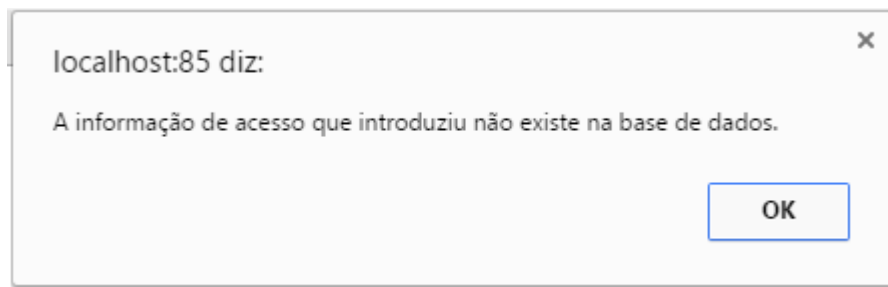


Figura 4.5: Janela de alerta para dados de login errados

Por fim e relativamente ainda ao tópico da página de login resta referir que o design da página foi desenvolvido num ficheiro css à parte e incluído na página php de login.

4.2.3 Página de controlo e monitorização

Inserindo os dados corretos, o utilizador entra na página de controlo e monitorização, sendo que este poderá controlar a interface com o rato ou o touchpad em um computador ou clicando no ecrã no caso de ser um smartphone ou tablet. Contudo, o utilizador tem ainda a possibilidade de poder controlar tudo através de comandos de voz, ou seja, para além de navegar pelos menus através desses mesmos comandos, também pode enviar uma ordem verbal, por exemplo "ligar água cozinha".

Primeiramente pensou-se na estrutura da página, ou seja, quantos menus se devia desenvolver de maneira a ser o mais *user-friendly* possível. Outro fator importante foi o de fazer parecer o layout o mais possível com uma aplicação e não com um website. Para isto contribuiu a não existência de atualizações de página quando o utilizador submetia algum dado para a base de dados, sendo que este fator foi conseguido através da utilização de código em javascript que irá ser explicado mais à frente. O design, tal como o da página de login, foi feito num ficheiro css à parte e depois incluído no ficheiro php relativo à página de monitorização e controlo. Também o ficheiro relativo à conexão com a base de dados foi incluído.

Decidiu-se então fazer um layout simples com apenas uma barra horizontal no topo da página e dois botões colocados nas laterais, como pode ser visto na Figura 4.6. Na barra horizontal, do lado esquerdo encontra-se o nome do utilizador e do lado direito as horas e os minutos em tempo real, sendo para isso desenvolvido uma função em javascript. Relativamente aos botões, o que se encontra do lado esquerdo é o botão "menu principal" e o do lado direito corresponde ao botão "return". Para o seu desenvolvimento utilizaram-se *div tags* de forma a ser mais fácil posicioná-los. Ao carregar no "botão principal" aparecem mais quatro botões, como pode ser visto na Figura 4.7, o botão "feed menu", "home menu", "voice control menu" e por último um botão para o utilizador poder fazer o *log out* da conta, voltando assim à página de login. O botão "return" tem como função colocar a página de controlo e monitorização como ela se encontrava inicialmente.



Figura 4.6: Layout da página controlo e monitorização

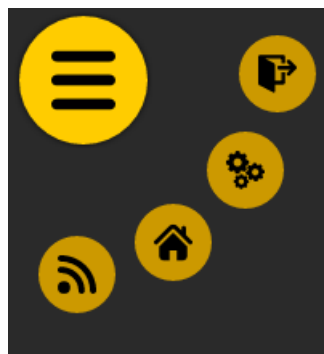
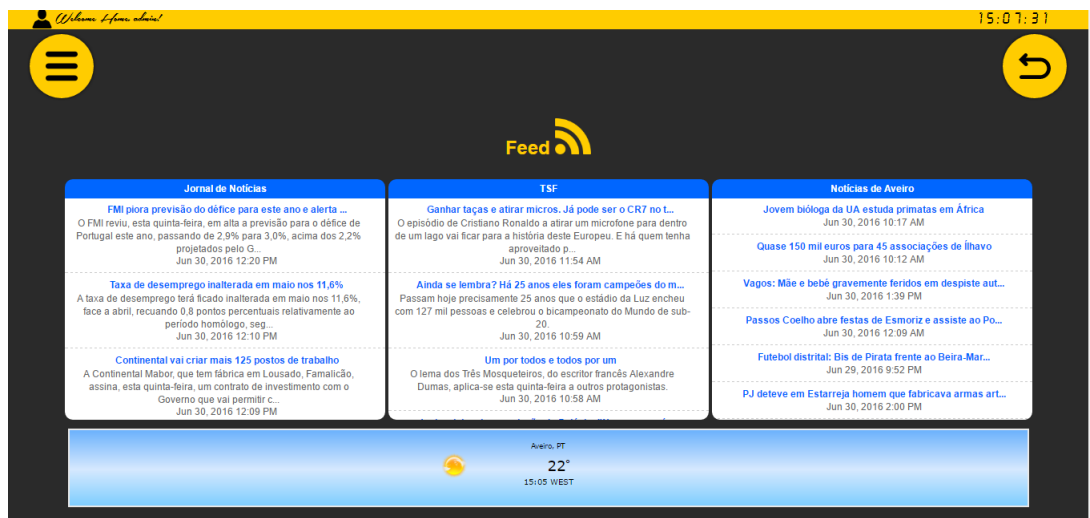
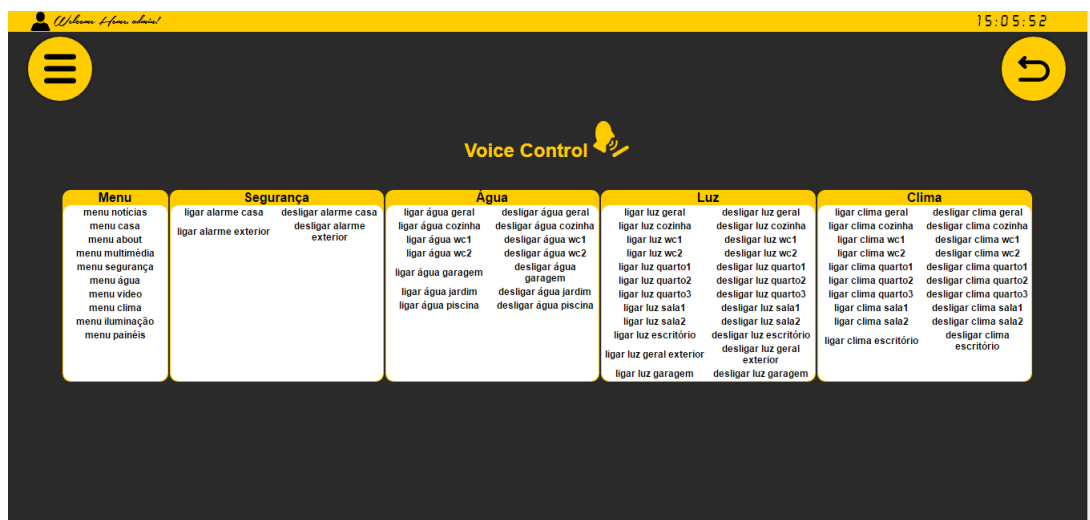


Figura 4.7: Layout dos botões dos menus

O utilizador ao clicar no botão "*menu feed*", aparece um layout igual ao da Figura 4.8, onde é possível ver as principais notícias do dia em forma de *Rich Site Summary (RSS) feed* e também o estado do tempo para esse mesmo dia. Relativamente às notícias, elas aparecem inseridas em *div tags* que se encontram associadas a uma função retirada do website especializado em RSS, que posteriormente teve de ser adaptada pelo autor de forma a encaixar-se no layout. Resta ainda referir que o utilizador tem a possibilidade de ler a notícia na íntegra ao carregar no título da notícia, sendo reencaminhado para o website da notícia. Quanto à barra do estado do tempo, está associada ao website "*Accuweather*". Assim, o utilizador poderá ver não só a meteorologia para esse dia mas também para os dias seguintes ao carregar na barra.

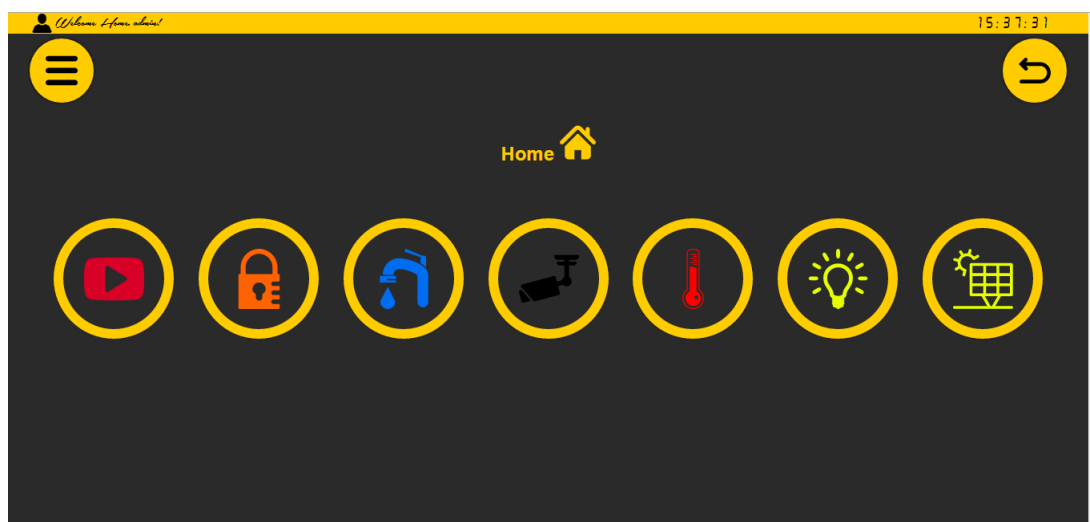
Figura 4.8: Layout do menu *feed*

Ao carregar no botão "*menu voice control*", aparece um layout como o da Figura 4.9. Este menu tem como propósito a aprendizagem dos comandos por voz pelo utilizador ou o auxílio a este quando não se recorda. Os comandos por voz estão organizados em diferentes categorias de maneira a ser mais claro encontrar o que o utilizador pretende. A organização da informação foi feita através de *table tags* em código html.

Figura 4.9: Layout do menu *voice control*

Carregando no botão "*log out*", são fechadas as conexões com a base de dados, sai da página de controlo e monitorização e retorna à página inicial de login.

Relativamente ao botão "*home menu*", quando o utilizador carrega neste, aparece um layout da página, como o da Figura 4.10.

Figura 4.10: Layout do menu *home*

Neste layout aparecem sete botões que correspondem a diferentes menus para as diversas áreas da habitação que o utilizador pode controlar e monitorizar, como multi-média, segurança, água, vídeo, clima, luz e painéis. Ao sobrepor o cursor sobre os botões aparece a área a que corresponde, como se pode ver no exemplo da Figura 4.11, com o cursor sobre o botão relativo à área da água.

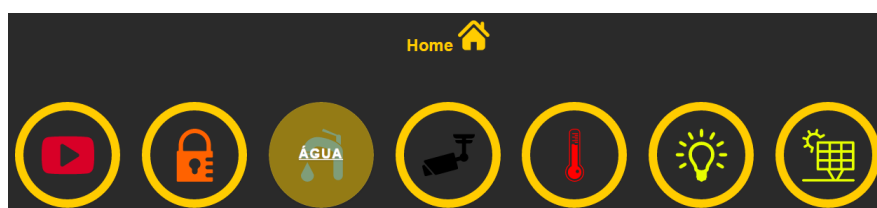


Figura 4.11: Título da área água

Para se ter uma maior perceção de como funcionam todos os menus pode visualizar-se o fluxograma da Figura 4.12.

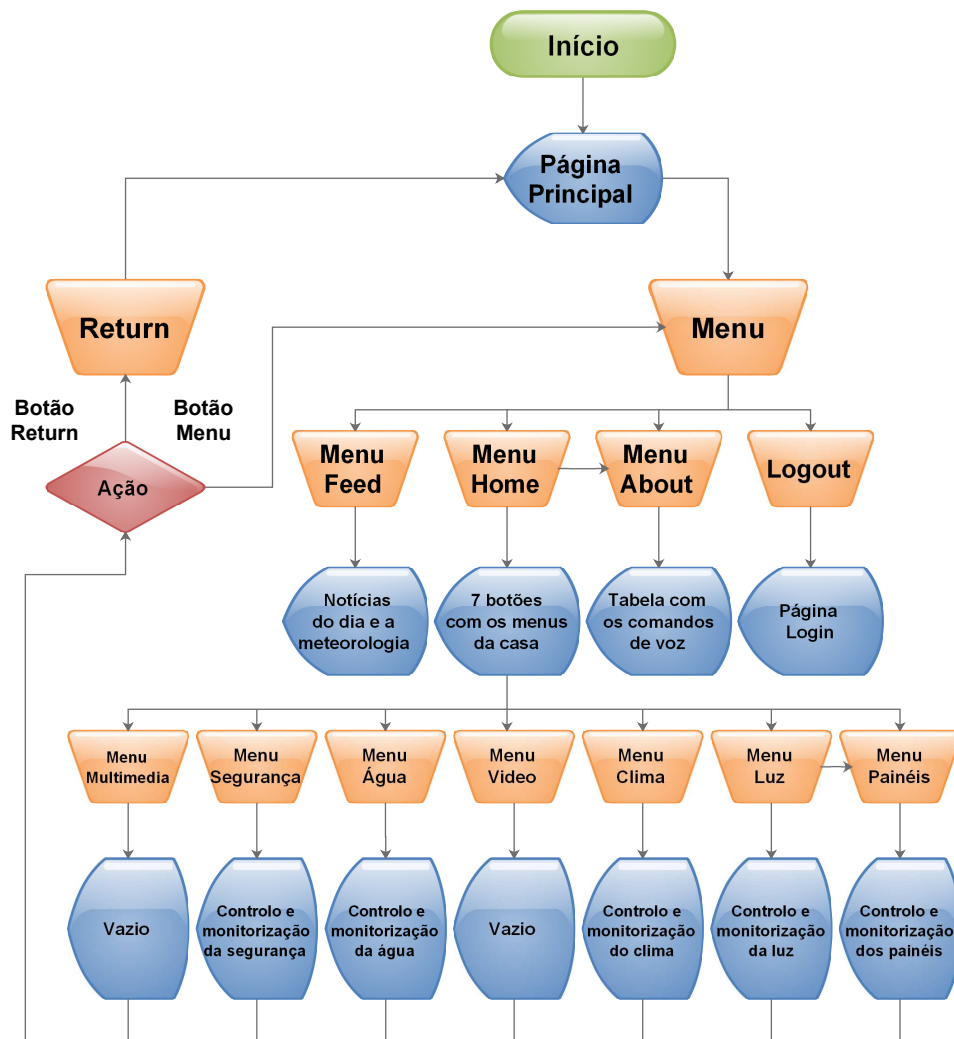


Figura 4.12: Fluxograma da página de controlo e monitorização

De forma a se desenvolver todos estes menus era necessário saber que dados relativos à habitação se poderiam monitorizar e controlar, para isso teve que se desenvolver um projeto de uma residência familiar. Para o desenvolvimento desse projeto utilizou-se o software livre Sweet Home 3D de forma a facilitar a arquitetura do edifício. Utilizou-se um dos exemplos que o software trazia como base e de seguida alterou-se de forma a existirem as divisões e áreas exteriores ao edifício que se pretendiam. Na Tabela 4.3 encontra-se uma lista com todas as divisões e área exteriores relativas à habitação. Mais à frente nesta dissertação, no subcapítulo simulador, encontram-se as plantas do edifício e imagens do exterior do mesmo.

Tabela 4.3: Divisões/áreas da habitação

Andar	Divisão/Áreas
0	Sala 1
0	Escritório
0	Cozinha
0	Garagem
0	Jardim
0	Piscina
1	Quarto 1
1	Quarto 2
1	Quarto 3
1	Wc 1
1	Wc 2
1	Sala 2

Tendo definido todas as divisões e áreas do edifício voltou-se a pensar nos menus que se encontram inseridos no "*home menu*".

Em relação ao menu segurança, conforme se pode visualizar na Figura 4.13 estão disponíveis duas áreas, uma relativa à casa e outra relativa ao exterior da casa, sendo que em cada uma das áreas encontram-se dois *input tags* do tipo *submit* (ligar e desligar) e uma *div tag* onde podem aparecer duas imagens consoante o estado do alarme ligado ou desligado.

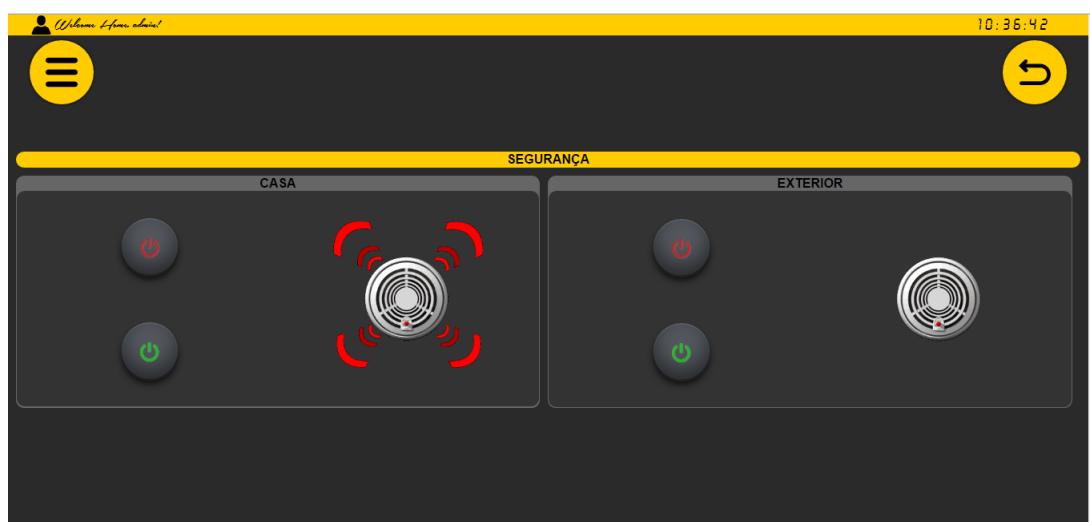


Figura 4.13: Layout do menu Segurança

Como foi explicado anteriormente nesta dissertação, ao carregar em qualquer um dos *input tags* do tipo submit existentes, a página não faz o *refresh* da mesma, para isto contribuiu a linguagem de programação javascript. De forma a se perceber melhor, encontra-se um excerto de código de dois ficheiros php, um relativo à página de monitorização e controlo, o outro auxiliar deste, e um ficheiro auxiliar em javascript.

Ficheiro php de monitorização e controlo (sucesso.php)

...

```
<form id="form_casa_seg_1" action="userInfo.php" method="post" >

    <input type="hidden" name="action" value="casa_seg_1" />
    <input class="butt_on" type="submit" id="b_casa_seg_1"
    style="outline:0; border:hidden;" value="&#xF011;" />

</form>
```

...

Ficheiro php auxiliar (userInfo.php)

...

```
if (isset($_POST['action'])) {
    switch($_POST['action']) {

        case 'casa_seg_0':
            mysql_query("UPDATE dados_security SET casa_seguranca='0'
            WHERE id_seguranca='1'");
            break;

        case 'casa_seg_1':
            mysql_query("UPDATE dados_security SET casa_seguranca='1'
            WHERE id_seguranca='1'");
            break;
```

...

Ficheiro javascript auxiliar (my__script.js)

...

```
$("#b_casa_seg_1").click( function() {

    $.post( $("#form_casa_seg_1").attr("action"),
    $("#form_casa_seg_1 :input").serializeArray(),
    function(info){ $("#result").html(info);
```

```
});
```

```
...
```

Explicando o código acima, o *input tag* do tipo *submit*, que visualmente é um botão, encontra-se dentro de uma *form tag* em que a *action* está associada ao ficheiro php auxiliar, no qual é verificado qual o botão da página que foi carregado, enviando assim um pedido através do comando *mysql_query* para mudar um determinado valor ("1" caso seja para ligar o alarme, "0" caso seja para desligar o alarme) na posição correta (linha e coluna) da tabela correspondente da base de dados. É de referir que o ficheiro php auxiliar contém os pedidos de envio de dados de todos os *input tags* do tipo *submit*. O ficheiro auxiliar javascript contém o código associado pelo *id* de cada botão e tem como objetivo a não atualização da página completa quando o utilizador carrega em algum dos botões.

Foi também desenvolvido um ficheiro php com o intuito de captar todos os dados que estão numa tabela da base de dados relativos à segurança. Os dados da tabela são tratados neste ficheiro e consoante o valor de cada um é colocado numa *div tag* uma imagem de um alarme ligado ou desligado. O ficheiro php de monitorização e controlo através de linguagem javascript pede essas mesmas *div tags* de 2 em 2s, estando assim a página sempre com o estado dos alarmes atualizados.

Em relação ao menu água, conforme se pode visualizar no layout da página na Figura 4.14, contém oito sectores que correspondem a uma *set up bar* para definir o intervalo de temperatura, sendo que os restantes correspondem a divisões, a áreas exteriores ou simplesmente à habitação no global. No menu água encontram-se os sectores geral, cozinha, wc 1, wc 2, garagem, jardim e piscina.

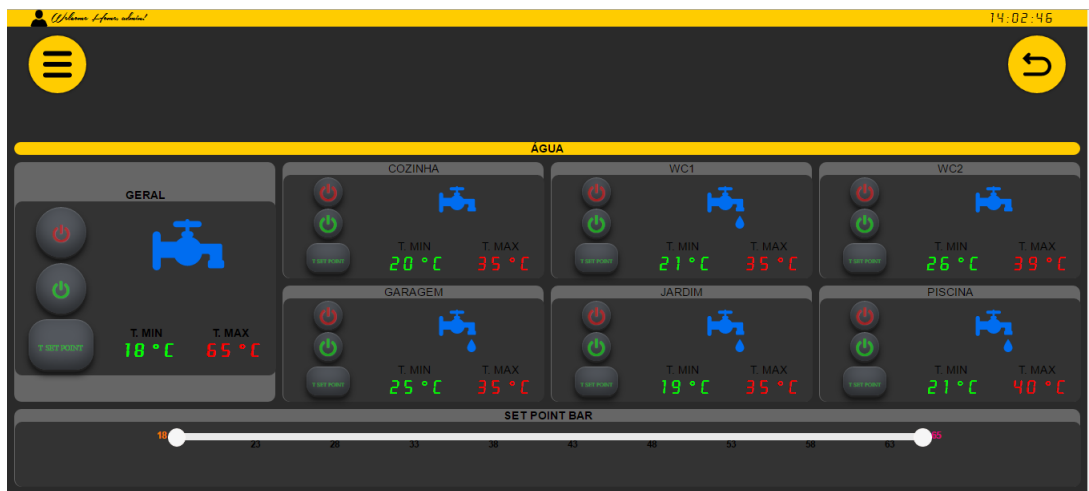


Figura 4.14: Layout do menu Água

Cada sector relativo às divisões ou áreas exteriores à habitação contém três *input tags* do tipo *submit* que correspondem a ligar, desligar e *setup* do intervalo das temperaturas.

Estes *input tags* funcionam da mesma maneira que os que estão no menu alarme, contudo o input relativo ao *setup* do intervalo das temperaturas é ligeiramente diferente. O ficheiro php auxiliar vai buscar o valor que se encontra na barra de *set point*, assim quando o utilizador carrega no botão para submeter o intervalo de valores de temperatura, este envia os dois valores para a tabela da água na base de dados. De seguida encontram-se pequenos excertos do código para melhor percepção da explicação acima.

Ficheiro php de monitorização e controlo (sucesso.php)

```
...

// set up bar
$(document).ready(function() {
    $( "#slider, #slider3").slider({
        orientation:"horizontal",
        range: true,
        min : 18,
        max : 65,
        step : 1,    //steps
        values: [ 18, 65 ],
        animate: "fast",
        slide: function( event, ui ) {
            $( "#amount" ).val(ui.values[ 0 ]);
            $( "#amount1" ).val(ui.values[ 1 ]);
            $( "#amount2" ).val(ui.values[ 0 ]);
            $( "#amount3" ).val(ui.values[ 1 ]);

        }
    });
});

...

<form id="form_cozinha_agua_t" action="userInfo.php" method="post">

    <input type="hidden" name="quantity2" id="amount2" readonly
    style="border:0; color:#f6931f; font-weight:bold;">
    <input type="hidden" name="quantity3" id="amount3" readonly
    style="border:0; color:#f6931f; font-weight:bold;">
    <input type="hidden" name="action" value="cozinha_agua_t" />
    <input class="butt_t_s" type="submit" id="b_cozinha_agua_t"
    style="outline:0; border:hidden;" value="T SET POINT" />

</form>

...

```

Ficheiro php auxiliar (userInfo.php)

...

```

if (isset($_POST['action'])) {
    switch($_POST['action']) {

...

        case 'cozinha_agua_t':

            $q2 = $_POST['quantity2'];
            $q3 = $_POST['quantity3'];
            $UpdateQuery2 = "UPDATE dados_water SET cozinha_agua='$q2'
            WHERE id_agua='2'";
            mysql_query($UpdateQuery2);
            $UpdateQuery3 = "UPDATE dados_water SET cozinha_agua='$q3'
            WHERE id_agua='3'";
            mysql_query($UpdateQuery3);
            break;

...

        Ficheiro javascript auxiliar (my__script.js)

...

$("#b_cozinha_agua_t").click( function() {

    $.post( $("#form_cozinha_agua_t").attr("action"),
    $("#form_cozinha_agua_t :input").serializeArray(),
    function(info){ $("#result").html(info);

});

...

```

Relativamente à monitorização, foi também desenvolvido um ficheiro php com o intuito de executar o pedido de todos os dados que estão numa tabela da base de dados relativos à água. Os dados da tabela são tratados neste ficheiro e consoante o valor de cada um é colocado numa *div tag* uma imagem de uma torneira com a água ligada ou com a água desligada para o caso dos dados relacionado com o on/off da água. No caso dos intervalos de temperatura, são colocados em *div tags* os valores limite desses intervalos. O ficheiro php de monitorização e controlo através de linguagem javascript pede essa mesma informação de 2000 em 2000ms, estando assim a página sempre com o estado dos dados relativos à água de toda a habitação atualizados.

O menu clima, como se pode visualizar no layout da Figura 4.15, é bastante semelhante ao menu água, sendo composto por uma barra de *set point* e por dez sectores (geral, cozinha, wc 1, wc 2, quarto 1, quarto 2, quarto 3, sala 1, sala 2 e escritório). Cada sector tem um layout semelhante aos sectores do menu água, tendo como principal

diferença a imagem de monitorização, que em vez de ser uma torneira passou a ser a imagem de um ar condicionado.



Figura 4.15: Layout do menu Clima

O desenvolvimento deste menu é semelhante ao do menu água, foi criado um ficheiro php apenas para obtenção dos dados da base de dados e tratamento dos mesmos, que depois são obtidos pelo ficheiro php de monitorização e controlo por javascript de 2 em 2 s. A *set point bar* e os *input tags* do tipo *submit* (botões) foram desenvolvidos com código semelhante ao que se encontra anteriormente na explicação do menu água.

O menu luz, como se pode verificar pela Figura 4.16, contém uma *set point bar* diferente das anteriormente referidas, pois apenas possui um ponto para ser controlado em vez dos dois pontos das barras dos menus água e clima. Esta barra serve para definir o valor de luminosidade que o utilizador pretende. O layout deste menu contém doze sectores (geral, cozinha, wc 1, wc 2, quarto 1, quarto 2, quarto 3, sala 1, sala 2, escritório, geral exterior e garagem).



Figura 4.16: Layout do menu Luz

O desenvolvimento deste menu é em tudo semelhante aos anteriores menus. Foi necessário um ficheiro php para a obtenção e tratamento dos dados relativos à iluminação, que como nos casos anteriores esses dados eram captados pelo ficheiro php de controlo e monitorização através de javascript de 2000 a 2000 ms.

Passando ao menu painéis, este é diferente dos anteriores e tem como principal objetivo a monitorização das temperaturas a que se encontram os painéis. A obtenção dos valores das temperaturas que se encontram na base de dados é feita num ficheiro php à parte, tal como o tratamento dos dados e ainda o design do layout referente a este menu. O layout, como se pode visualizar na Figura 4.17, é uma tabela com o aspeto semelhante ao de um conjunto de painéis solares. No ficheiro php de controlo e monitorização é chamado através de javascript a tabela com os valores de temperatura de 2000 em 2000 ms de forma a que o utilizador tenha informação sempre atualizada.



PAINÉIS																					
A1 34 °C	A2 32 °C	A3 37 °C	A4 33 °C	A5 38 °C	A6 33 °C	A7 33 °C	A8 32 °C	A9 33 °C	A10 37 °C	A11 34 °C	A12 37 °C	A13 33 °C	A14 36 °C	A15 34 °C	A16 38 °C	A17 34 °C	A18 36 °C	A19 33 °C	A20 37 °C	A21 32 °C	
B1 38 °C	B2 32 °C	B3 38 °C	B4 36 °C	B5 33 °C	B6 35 °C	B7 35 °C	B8 33 °C	B9 34 °C	B10 37 °C	B11 34 °C	B12 33 °C	B13 35 °C	B14 34 °C	B15 34 °C	B16 33 °C	B17 34 °C	B18 35 °C	B19 38 °C	B20 35 °C	B21 32 °C	
C1 34 °C	C2 36 °C	C3 37 °C	C4 36 °C	C5 33 °C	C6 32 °C	C7 35 °C	C8 36 °C	C9 36 °C	C10 34 °C	C11 34 °C	C12 37 °C	C13 37 °C	C14 36 °C	C15 34 °C	C16 35 °C	C17 33 °C	C18 37 °C	C19 32 °C	C20 37 °C	C21 32 °C	
D1 34 °C	D2 32 °C	D3 35 °C	D4 32 °C	D5 34 °C	D6 33 °C	D7 36 °C	D8 35 °C	D9 38 °C	D10 38 °C	D11 33 °C	D12 33 °C	D13 38 °C	D14 35 °C	D15 37 °C	D16 38 °C	D17 38 °C	D18 34 °C	D19 36 °C	D20 36 °C	D21 33 °C	
E1 37 °C	E2 38 °C	E3 36 °C	E4 36 °C	E5 36 °C	E6 32 °C	E7 33 °C	E8 38 °C	E9 36 °C	E10 36 °C	E11 34 °C	E12 34 °C	E13 33 °C	E14 36 °C	E15 38 °C	E16 34 °C	E17 38 °C	E18 37 °C	E19 33 °C	E20 37 °C	E21 35 °C	
F1 32 °C	F2 32 °C	F3 37 °C	F4 38 °C	F5 38 °C	F6 36 °C	F7 33 °C	F8 36 °C	F9 33 °C	F10 35 °C	F11 33 °C	F12 35 °C	F13 36 °C	F14 35 °C	F15 35 °C	F16 36 °C	F17 37 °C	F18 32 °C	F19 33 °C	F20 33 °C	F21 32 °C	

Figura 4.17: Layout do menu Painéis

Como foi referido anteriormente, a interface pode também ser controlada através de comandos de voz. Para isso utilizou-se o Annyang, um projeto de uma biblioteca em javascript que tem como principal objetivo poder adicionar-se comandos de voz a um qualquer projeto web. Sendo uma biblioteca, esta possui funções próprias que o autor teve de aprender com o auxílio da documentação que se encontra no website da biblioteca. Esta biblioteca tem como grande vantagem a facilidade da sua utilização e a grande quantidade de línguas que possui. De seguida, encontram-se excertos de código de forma a se perceber melhor de como tudo funciona.

Ficheiro php de monitorização e controlo (sucesso.php)

```
...

window.onload = function(){
    if (annyang) {
        ...
    }
}
```



```
var command12 = {
  'desligar alarme casa': function() {
    $("#b_casa_seg_0").click();
  }
};

var command13 = {
  'ligar alarme exterior': function() {
    $("#b_ext_seg_1").click();
  }
};

...

annyang.debug();

...

annyang.addCommands(command12);
annyang.addCommands(command13);

...

annyang.setLanguage('pt-PT');
annyang.start({continuous:false, autoRestart:true });

...
```

Como se pode ver no código acima, primeiramente definiu-se as variáveis de comando, escolhendo as palavras para o controlo que se pretende, como por exemplo "ligar alarme casa" e de seguida adicionou-se essa variável à lista de comandos. Assim, quando o utilizador entra na página pelo navegador web, os comandos já se encontram definidos e preparados, como se pode ver pela Figura 4.18, estando a página de imediato recetível aos comandos de voz do utilizador. Ainda de referir que os comandos estão associados ao *id* dos *input tags* do tipo *submit*, ou seja, quando o utilizador verbaliza um comando, a página reconhece-o e executa o *input tag* do tipo *submit* associado. Por fim, o utilizador tem conhecimento de que a página está com o reconhecimento dos comandos de voz ligado se no separador da página do navegador web existir um círculo vermelho, como se pode ver pela imagem da Figura 4.19. Resta ainda referir que, se o utilizador tiver mais que um separador no seu navegador web com um círculo vermelho, os comandos por voz deixam de responder.

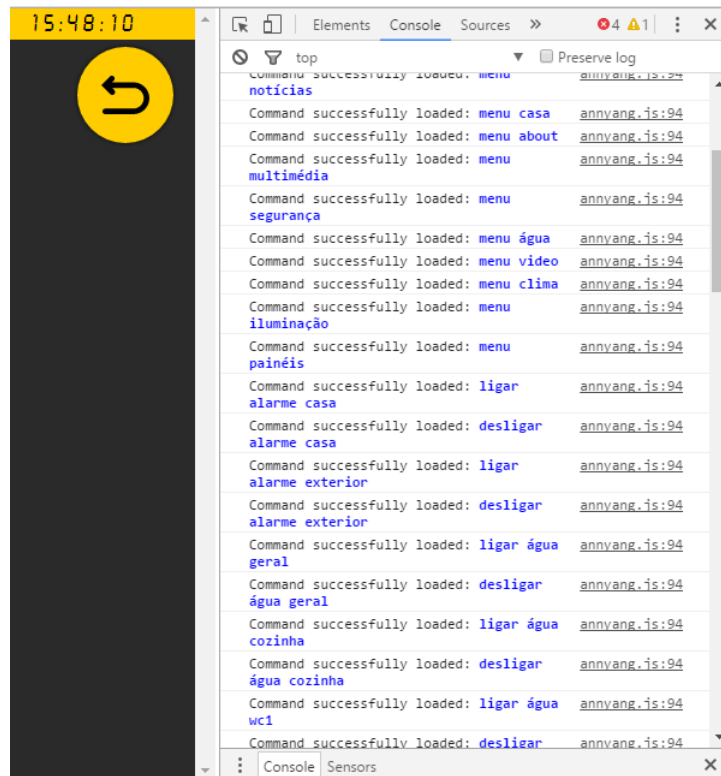


Figura 4.18: Visualização dos comandos já inseridos no menu inspecionar do Google Chrome

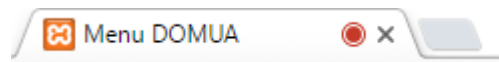


Figura 4.19: Notificação para captação de ordens por comandos de voz

De seguida encontram-se na Tabela 4.4 comandos que servem para exemplificar o género de ordens verbais que o utilizador pode dar, sendo que se encontra em anexo uma tabela com todos os 72 comandos programados.

Tabela 4.4: Exemplo de alguns comandos por voz

Menu	Segurança	Água	...
menu notícias	ligar alarme casa	ligar água geral	...
menu casa	desligar alarme casa	desligar água geral	...
...

4.3 Base de dados

De forma a armazenar os estados e dados dos dispositivos de uma habitação, utilizou-se uma base de dados MySQL.

Para a criação da base de dados utilizou-se a ferramenta phpMyAdmin, que permite criar uma base de dados e gerir tudo o que está relacionado com ela, ou seja, as tabelas, indexes, utilizadores e suas permissões. Esta ferramenta tem como interface qualquer navegador web.

Primeiramente, criou-se uma base de dados com a ferramenta phpMyAdmin. Por conseguinte, criaram-se seis tabelas de forma a armazenar dados de diferentes áreas, água, iluminação, clima, segurança e utilizadores. Na Figura 4.20 aparece o esquema da base de dados de forma a se perceber melhor como esta está organizada, e na Figura 4.21 uma imagem retirada do phpMyAdmin.

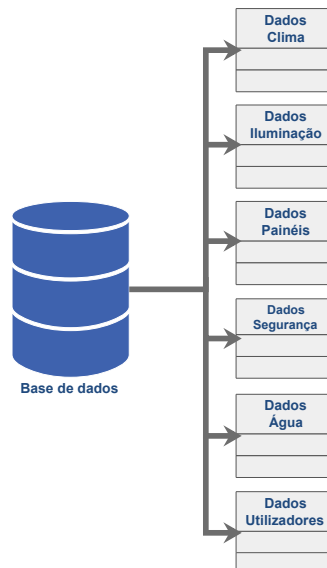


Figura 4.20: Esquema da base de dados

Servidor: 127.0.0.1 » Base de Dados: userlogin												
Estrutura SQL Pesquisar Pesquisa por formulário Exportar Importar Operações Privilegios Rotinas												
Tabela	Acções							Registos	Tipo	Agrupamento (Collation)	Tamanho	Suspensão
<input type="checkbox"/> dados_climate	★	Procurar	Estrutura	Pesquisar	Inserir	Limpar	Eliminar	4	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> dados_light	★	Procurar	Estrutura	Pesquisar	Inserir	Limpar	Eliminar	3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> dados_panels	★	Procurar	Estrutura	Pesquisar	Inserir	Limpar	Eliminar	6	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> dados_security	★	Procurar	Estrutura	Pesquisar	Inserir	Limpar	Eliminar	2	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> dados_water	★	Procurar	Estrutura	Pesquisar	Inserir	Limpar	Eliminar	4	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
<input type="checkbox"/> users	★	Procurar	Estrutura	Pesquisar	Inserir	Limpar	Eliminar	1	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	-
6 tabelas	Soma							20	InnoDB	latin1_swedish_ci	96 KB	0 Bytes

Figura 4.21: Estrutura das tabelas na base de dados

4.3.1 Tabela Dados dos Utilizadores (*users*)

A tabela relativa aos dados dos utilizadores (Tabela 4.5), como o próprio nome indica, contém os dados de entrada na interface de cada utilizador da habitação. A tabela possui três colunas, *index*, nome do utilizador e *password*. Quando o utilizador insere os seus dados na interface, esta verifica se os dados estão corretos, comparando-os com os dados que se encontram nesta tabela.

Tabela 4.5: Tabela com os dados dos utilizadores

Id	Nome do utilizador	Password
1	admin	pass

4.3.2 Tabela Dados da Água (*dados_water*)

A tabela dos dados da água (Tabela 4.6) contém os estados e os intervalos de temperatura da água de cada uma das divisões/áreas da habitação. O estado varia entre os valores 1, caso se pretenda a água ligada nessa divisão, ou 0 caso se queira desligada. A tabela criada tem oito colunas: *index*, geral, cozinha, wc 1, wc 2, garagem, jardim e piscina. A primeira linha dessas colunas, ou seja, a linha cujo *index* é 1 é o estado, sendo que a linha de *index* 2 é a temperatura mínima e a linha de *index* 3 é o da temperatura máxima.

Tabela 4.6: Tabela com os dados da água

Id	Geral	Cozinha	Wc 1	Wc 2	Garagem	Jardim	Piscina
1	1	1	1	1	0	0	1
2	18	20	20	20	20	20	20
3	65	45	50	50	30	25	25

4.3.3 Tabela Dados da Luz (*dados_light*)

A tabela dos dados da luz (Tabelas 4.7 e 4.8) contém os estados e a luminosidade em percentagem (0 a 100) da luz de cada uma das divisões da habitação. O estado varia entre os valores 1, caso se pretenda a luz ligada nessa divisão, ou 0 caso se queira desligada. A tabela criada tem catorze colunas, *index*, geral, geral exterior, cozinha, wc 1, wc 2, quarto 1, quarto 2, quarto 3, sala 1, sala 2, escritório e garagem. A linha de *index* 1 é relativa ao estado e a linha de *index* 2 é relativa à luminosidade.

Tabela 4.7: Tabela com os dados da luz (Parte1)

Id	Geral	Geral Ext.	Cozinha	Wc 1	Wc 2	Quarto 1	Quarto 2
1	1	0	0	0	1	1	1
2	100	100	100	75	75	50	50

Tabela 4.8: Tabela com os dados da luz (Parte 2)

Id	Quarto 3	Sala 1	Sala 2	Escritório	Garagem
1	0	1	0	0	0
2	50	25	80	95	35

4.3.4 Tabela Dados do Clima (dados_ *climate*)

A tabela com os dados do clima (Tabelas 4.9 e 4.10) contém os estados e intervalos de temperatura do ar de cada uma das divisões da habitação. O estado varia entre os valores 1 caso o sistema de aquecimento/arrefecimento esteja ligado e 0 caso esteja desligado. A tabela criada tem onze colunas: *index*, *geral*, *cozinha*, *wc 1*, *wc 2*, *quarto 1*, *quarto 2*, *quarto 3*, *sala 1*, *sala 2* e *escritório*. A linha de *index* igual a 1 corresponde ao estado, sendo que as linhas de *index* 2 e 3 correspondem às temperaturas mínimas e máximas, respetivamente.

Tabela 4.9: Tabela com os dados do clima (Parte 1)

Id	Geral	Cozinha	Wc 1	Wc 2	quarto 1	Quarto 2
1	1	0	1	1	1	1
2	15	20	20	20	25	20
3	30	25	25	25	20	25

Tabela 4.10: Tabela com os dados do clima (Parte 2)

Id	Quarto 3	Sala 1	Sala 2	Escritório
1	0	1	0	1
2	20	20	20	20
3	25	25	25	25

4.3.5 Tabela dos Dados de Segurança (dados_ *security*)

A tabela dos dados de segurança (Tabela 4.11) contém os estados, que podem ser relativos aos alarmes, como os sistemas de vigilância por vídeo. O estado varia entre os valores 1 caso o sistema de esteja ligado, e 0 caso esteja desligado. A tabela criada tem três colunas: *index*, *casa* e *exterior da casa*.

Tabela 4.11: Tabela com os dados da segurança

Id	Casa	Exterior
1	0	0

4.3.6 Tabela dos Dados dos Painéis (dados_ *panels*)

A tabela dos dados dos painéis (Tabela 4.12) contém as temperaturas em graus Celsius de cada painel. A tabela criada tem vinte e duas colunas e seis linhas, sendo que a primeira coluna corresponde ao índice e as restantes correspondem aos painéis que a habitação possui, ou seja, 126 painéis.

Tabela 4.12: Tabela com os dados dos painéis

Id	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	...	Coluna 19	Coluna 20	Coluna 21
1	34	32	37	...	33	37	32
2	38	32	38	...	38	35	32
3	34	36	37	...	33	37	32
4	34	32	35	...	36	36	33
5	37	38	36	...	33	37	35
6	32	32	37	...	33	33	32

4.4 Simulador

Como foi referido no capítulo da solução proposta, o simulador da habitação teve como objetivo o auxílio ao desenvolvimento da interface gráfica. Contudo, não foi só para o auxílio no desenvolvimento que este foi criado, mas também tem a função didática para o utilizador, para que este aprenda ainda mais facilmente a navegar na interface.

O simulador foi desenvolvido em linguagem Visual Basic em ambiente Visual Studio. Este, como se pode verificar pela Figura 4.22, possui três grandes áreas: a área dos interruptores, dos painéis solares e da monitorização.

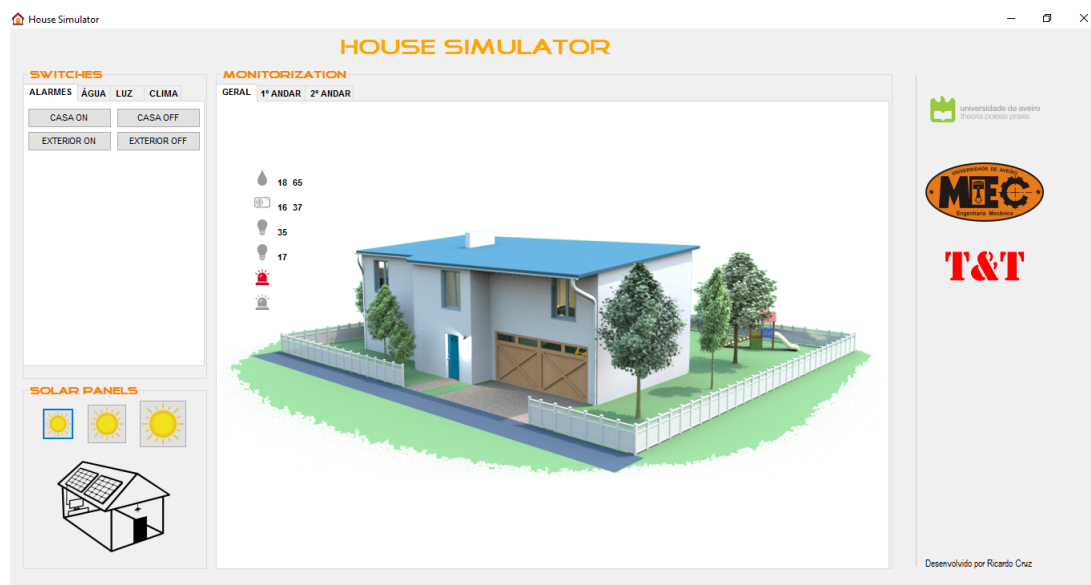


Figura 4.22: Layout do Simulador

Em relação ao desenvolvimento, o primeiro passo foi criar a conexão com a base de dados MySQL, para que o simulador pudesse ter acesso aos dados para fazer a monitorização e controlo dos mesmos. Caso o simulador se conecte com a base de dados, antes de passar ao layout que aparece na Figura 4.22, aparece uma *message box*, com a mensagem "House Connected" como se pode ver na Figura 4.23. Caso não se conecte, a mensagem será "House Not Connected".

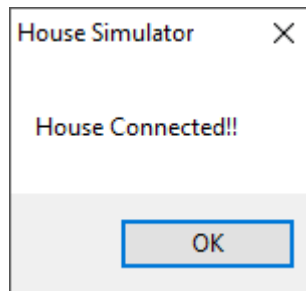


Figura 4.23: Message box com a mensagem "House Connected"

O segundo passo foi o desenvolvimento do layout, criando três *groupbox*, uma para cada área referida anteriormente, sendo que a colocação das *labels* com os dados da habitação como a temperatura ou a luminosidade, os botões que simulam interruptores e as *picture box* que simulam os estados dos dispositivos foram colocados gradualmente na programação.

Destas três áreas referidas anteriormente, começou-se por desenvolver os botões, colocando dentro da *groupbox* referente aos interruptores, e um *tabcontrol* para que fosse mais fácil para o utilizador encontrar os interruptores que pretende. O *tabcontrol* está dividido em quatro áreas: alarmes, água, luz e clima, como se pode ver na Figura 4.24.

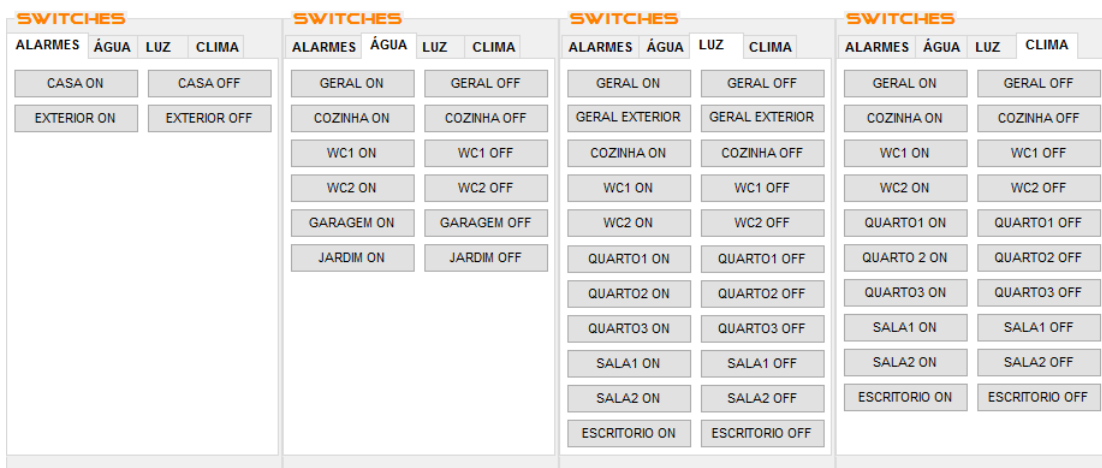


Figura 4.24: Layout da área dos interruptores divididos pelo *tabcontrol*

Ao carregar em um qualquer dos botões, estes enviam para a MySQL, um pedido de mudança de estado para o valor 1, caso o utilizador carregue num botão *on*, ou 0 caso carregue um botão *off*. De seguida, encontra-se um excerto de código correspondente a

um botão que faz o pedido de alteração de estado do sector geral da água.

Excerto de código do ficheiro desenvolvido em visual basic

...

```
Private Sub Button5_Click(sender As System.Object,
e As System.EventArgs) Handles Button5.Click
    Try
        conn.Open()
    Catch ex As Exception
    End Try
    Dim cmd As New MySqlCommand(String.Format("UPDATE dados_water
SET geral_agua=0 WHERE id_agua=1"))
    cmd.Connection = conn
    cmd.ExecuteNonQuery()
    conn.Close()
End Sub
```

...

Concluído o grupo relativo aos interruptores, passou-se para o grupo da monitorização. Tal como aconteceu aquando do desenvolvimento dos interruptores, adicionou-se à *groupbox* ("Monitorization") um *tabcontrol*, como se pode visualizar na Figura 4.25, 4.26 e 4.27, pois o edifício, que tinha sido criado e que já foi explicado anteriormente possui dois andares. Assim sendo, fica mais fácil para o utilizador visualizar os estados correspondentes a cada uma das divisões da casa.



Figura 4.25: Layout da área de monitorização geral

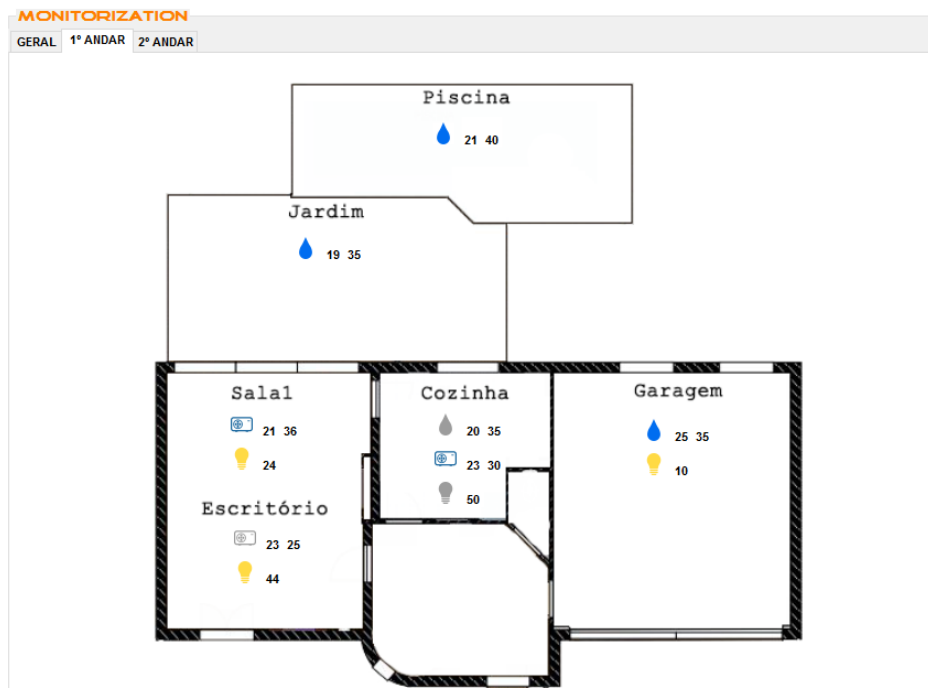


Figura 4.26: Layout da área de monitorização 1º andar

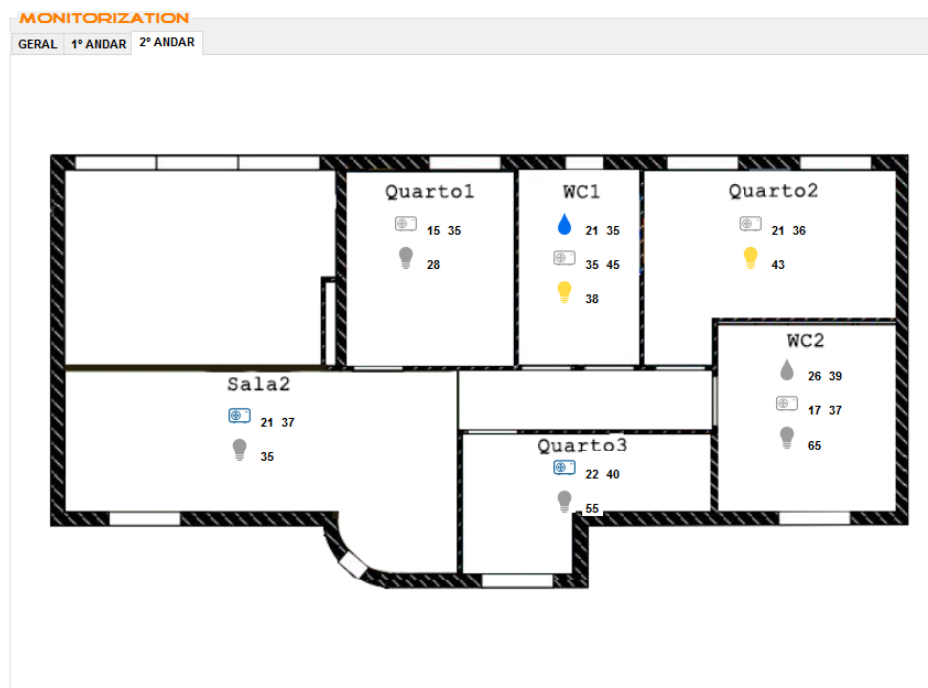


Figura 4.27: Layout da área de monitorização 2º andar

Os dados que são mostrados na monitorização são referentes aos estados, temperaturas e luminosidade de cada divisão. Os dados foram retirados de quatro tabelas:

segurança, luz, clima e água da base de dados MySQL, e para isso foram desenvolvidos quatro pedidos diferenciados. Cada pedido coloca os valores de cada coluna num *array* separado por espaços, sendo que os primeiros dados de cada *array* correspondem aos estados, os segundos à luminosidade no caso da tabela da luz e à temperatura mínima no caso das tabelas clima e água e por último o terceiro valor corresponde ao valor máximo de temperatura dessas mesmas tabelas. As segundas e terceiras linhas, foram colocadas em *labels* de forma a mostrar ao utilizador toda a informação relativa a temperaturas e luminosidade. Os valores referentes à primeira linha das tabelas são verificados por condições *if* e no caso de o valor ser 1 aparece uma imagem com uma cor viva, no caso de ser 0 aparece uma imagem a cinzento, como se pode ver na Figura 4.28. Resta referir que todos estes dados são atualizados de 3000 a 3000 ms.



Figura 4.28: Simbolos correspondentes aos estados: iluminação desligada, água desligada, alarme desligado, clima desligado, iluminação ligada, água ligada, alarme ligado, clima ligado (da esquerda para a direita e de cima para baixo)

Por último, o *groupbox* ("*Solar panels*") relativo aos painéis solares contém, como se pode visualizar na Figura 4.29, três botões e uma imagem meramente representativa. Os três botões têm como objetivo alterar os valores dos painéis na base de dados, simulando assim dias com diferente nível de radiação. Como se pode ver, os botões com a imagem do sol não são todos do mesmo tamanho, quanto maior o tamanho do botão, maiores serão os valores que o utilizador ao carregar nele envia para a base de dados.

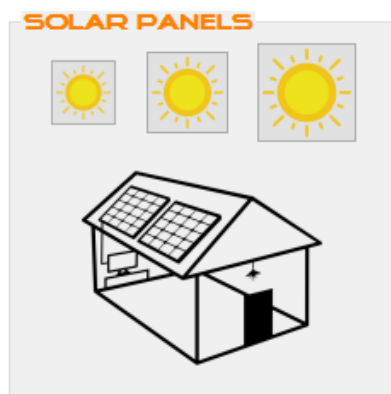


Figura 4.29: Layout da área dos painéis solares

De seguida encontra-se um excerto do código relativo a um dos botões.

Excerto de código do ficheiro desenvolvido em visual basic

```
...
Private Sub Button63_Click(sender As Object,
e As EventArgs) Handles Button63.Click
    Try
        conn.Open()
    Catch ex As Exception
    End Try

    Dim cmd As New MySqlCommand(String.Format("UPDATE dados_panels
SET col1=41,col2=38, col3=41, col4=40, col5=41, col6=40, col7=41,
col8=39, col9=42, col10=41, col11=38, col12=38, col13=42, col14=41,
col15=43, col16=38, col17=38, col18=41, col19=43, col20=39, col21=43
WHERE id_panels=1"))

    Dim cmd1 As New MySqlCommand(String.Format("UPDATE dados_panels
SET col1=42, col2=41, col3=40, col4=39, col5=40, col6=40, col7=42,
col8=38, col9=43, col10=40, col11=41, col12=41, col13=41, col14=41,
col15=39, col16=38, col17=38, col18=40, col19=42, col20=42, col21=39
WHERE id_panels=2"))

...

    cmd.Connection = conn
    cmd1.Connection = conn

...

    cmd.ExecuteNonQuery()
    cmd1.ExecuteNonQuery()

...

    conn.Close()
End Sub

...
```

4.5 Avaliação de desempenho

Uma vez terminado o desenvolvimento da solução proposta, foi necessário avaliar o seu desempenho. Neste subcapítulo apresentam-se os ensaios experimentais efetuados à interface, sendo que estes têm como objetivo apurar a eficiência dos comandos de voz, ou seja, verificar se quando o utilizador verbaliza uma ordem, a interface assume essa ordem e a executa.

Para que os resultados fossem o mais precisos possíveis, os ensaios efetuaram-se com o mesmo dispositivo de captação de voz, um computador portátil e com ruído externo semelhante. De forma a que os ensaios não se cingissem apenas a amostras de um utilizador, foi pedido a duas pessoas que testassem a interface, verbalizando todos os comandos de voz existentes. Os dados relativos aos utilizadores encontram-se na Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Dados dos utilizadores

Características	Utilizador 1	Utilizador 2
sexo	masculino	feminino
idade	23	25

4.5.1 Dados dos ensaios

Nas Tabelas 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, e 4.18, encontra-se o valor da média de dez ensaios em percentagem para cada comando de voz. Este valor corresponde ao sucesso da aceitação dos comandos verbalizados por cada um dos três utilizadores. Em anexo encontram-se as tabelas com os resultados de todos os testes feitos.

Tabela 4.14: Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos aos menus

Menus	Utilizador 1	Utilizador 2
menu notícias	100%	100%
menu casa	100%	100%
menu voz	80%	80%
menu multimédia	90%	100%
menu segurança	80%	100%
menu água	100%	100%
menu vídeo	100%	80%
menu clima	80%	100%
menu iluminação	100%	90%
menu painéis	100%	100%

Tabela 4.15: Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos ao alarme

Alarme	Utilizador 1	Utilizador 2
ligar alarme casa	100%	90%
desligar alarme casa	100%	90%
ligar alarme exterior	100%	100%
desligar alarme exterior	90%	90%

Tabela 4.16: Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos ao clima

Clima	Utilizador 1	Utilizador 2
ligar clima geral	90%	100%
desligar clima geral	90%	90%
ligar clima cozinha	90%	100%
desligar clima cozinha	80%	90%
ligar clima wc 1	80%	70%
desligar clima wc 1	80%	80%
ligar clima wc 2	70%	60%
desligar clima wc 2	80%	80%
ligar clima quarto 1	70%	80%
desligar clima quarto 1	80%	70%
ligar clima quarto 2	80%	80%
desligar clima quarto 2	70%	80%
ligar clima quarto 3	80%	80%
desligar clima quarto 3	80%	80%
ligar clima sala 1	80%	100%
desligar clima sala 1	90%	80%
ligar clima sala 2	90%	90%
desligar clima sala 2	100%	90%
ligar clima escritório	100%	100%
desligar clima escritório	90%	90%

Tabela 4.17: Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos à água

Água	Utilizador 1	Utilizador 2
ligar água geral	80%	100%
desligar água geral	100%	90%
ligar água cozinha	80%	100%
desligar água cozinha	90%	90%
ligar água wc 1	90%	70%
desligar água wc 1	70%	70%
ligar água wc 2	80%	70%
desligar água wc 2	80%	60%
ligar água garagem	90%	100%
desligar água garagem	80%	90%
ligar água jardim	100%	90%
desligar água jardim	100%	90%
ligar água piscina	100%	100%
desligar água piscina	100%	80%

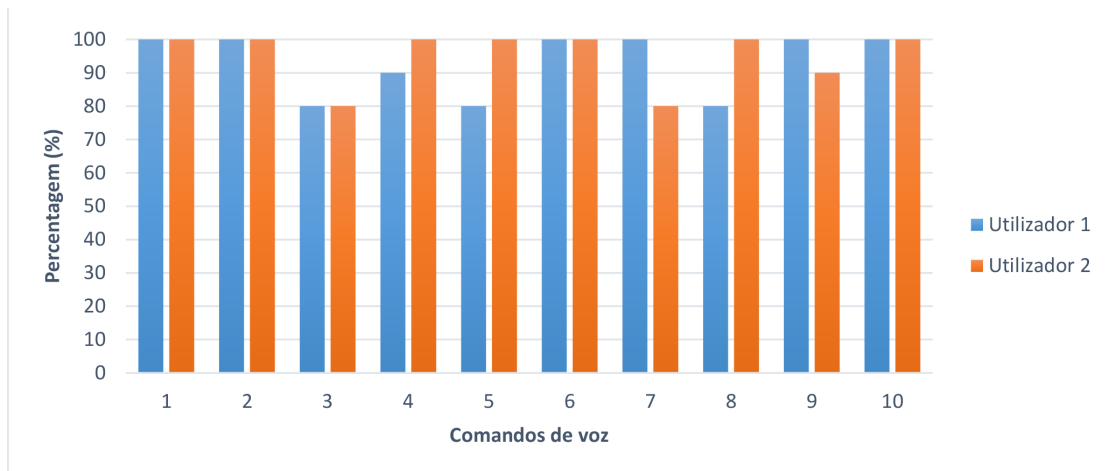
Tabela 4.18: Dados dos ensaios dos comandos de voz relativos à iluminação

Iluminação	Utilizador 1	Utilizador 2
ligar iluminação geral	100%	90%
desligar iluminação geral	100%	90%
ligar iluminação cozinha	90%	90%
desligar iluminação cozinha	100%	90%
ligar iluminação wc 1	80%	70%
desligar iluminação wc 1	80%	60%
ligar iluminação wc 2	90%	70%
desligar iluminação wc 2	90%	70%
ligar iluminação quarto 1	70%	80%
desligar iluminação quarto 1	70%	80%
ligar iluminação quarto 2	70%	80%
desligar iluminação quarto 2	80%	90%
ligar iluminação quarto 3	70%	90%
desligar iluminação quarto 3	70%	80%
ligar iluminação sala 1	90%	90%
desligar iluminação sala 1	90%	80%
ligar iluminação sala 2	80%	90%
desligar iluminação sala 2	90%	80%
ligar iluminação escritório	100%	100%
desligar iluminação escritório	90%	90%
ligar iluminação geral exterior	90%	80%
desligar iluminação geral exterior	100%	70%
ligar iluminação garagem	100%	100%
desligar iluminação garagem	90%	80%

4.5.2 Análise dos Resultados

Concluídos os testes, passou-se à análise dos mesmos. Para uma melhor compreensão, comparação e análise dos resultados, colocaram-se os dados em gráficos de barras.

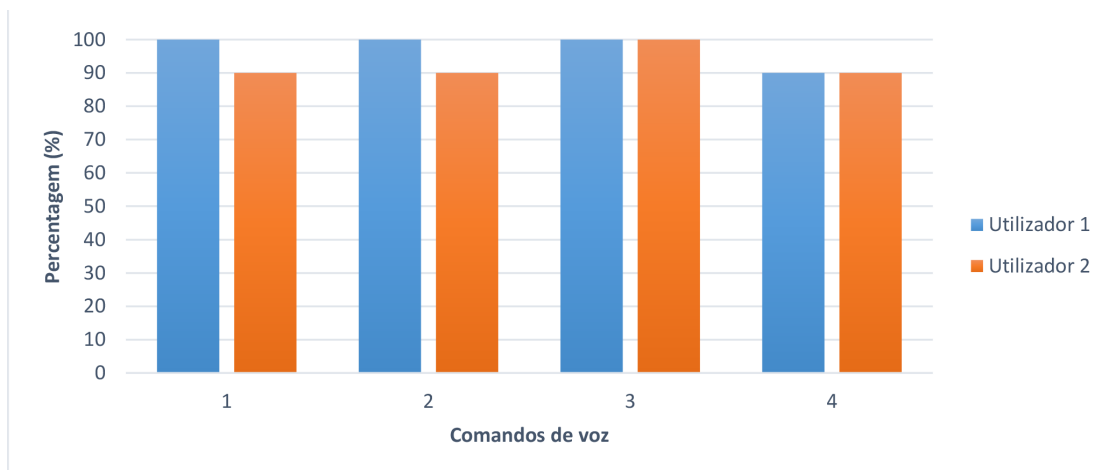
Como se pode verificar no gráfico da Figura 4.30, todos os comandos de voz tiveram uma taxa de sucesso igual ou superior a 80%. Pode também verificar que, apesar dos comandos de voz terem sido verbalizados por duas pessoas, as percentagens de sucesso são bastante semelhantes, não existindo grande variação. A média de sucesso do Utilizador 1 é de 93%, e do Utilizador 2 é de 95%.



1 - menu notícias, 2 - menu casa, 3 - menu voz, 4 - menu multimédia, 5 - menu segurança, 6 - menu água, 7 - menu vídeo, 8 - menu clima, 9 - menu iluminação, 10 - menu painéis

Figura 4.30: Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos dos menus

No gráfico da Figura 4.31, é fácil visualizar que todos os comandos de voz tiveram uma excelente taxa de sucesso acima de 90%. Tal como se verificou no gráfico dos comandos dos menus, as percentagens de sucesso são bastante semelhantes entre utilizadores, não existindo grande variação. A média de sucesso do Utilizador 1 é de 97,5%, e do Utilizador 2 é de 92,5%.

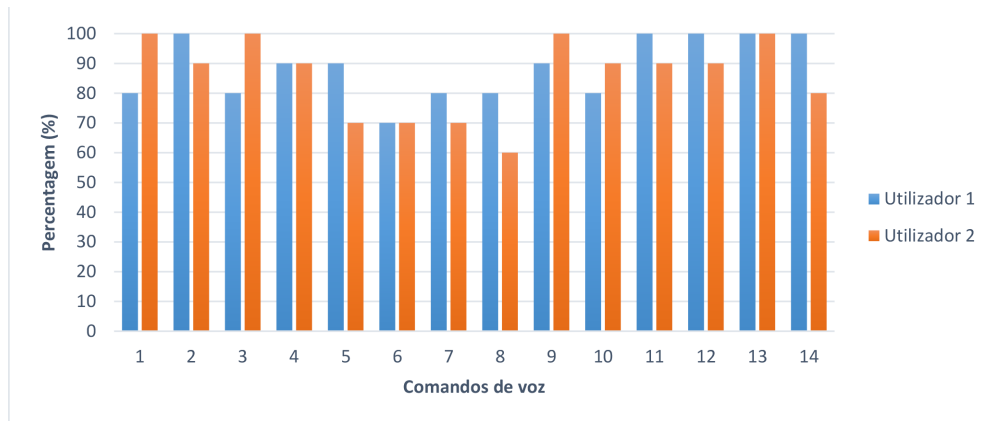


1 - ligar alarme casa , 2 - desligar alarme casa, 3 - ligar alarme exterior, 4 - desligar alarme exterior

Figura 4.31: Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos dos alarmes

No gráfico relativo aos comandos de voz da água que se encontra na Figura 4.32, observa-se que existiram alguns comandos que não tiveram uma taxa de sucesso satisfatória, sendo que o menor valor é o de 60%. Nestes testes referentes aos comandos de voz da água não existe grande variação entre utilizadores. Constata-se também que existe um grupo de comandos (5, 6, 7 e 8) em que a percentagem é menor que os restantes. Esta

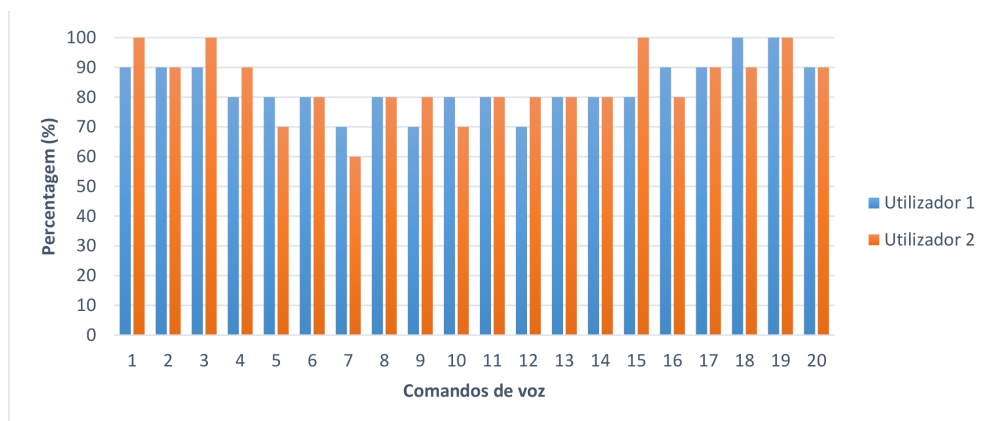
situação deve-se ao facto de o comando verbal ser demasiado extenso contendo quatro palavras, sendo que uma delas é uma sigla (WC). A média de sucesso do Utilizador 1 é de 88,5%, e do Utilizador 2 é de 85,7%.



1 - ligar água geral, 2 - desligar água geral, 3 - ligar água cozinha, 4 - desligar água cozinha, 5 - ligar água wc 1, 6 - desligar água wc 1, 7 - ligar água wc 2, 8 - desligar água wc 2, 9 - ligar água garagem, 10 - desligar água garagem, 11 - ligar água jardim, 12 - desligar água jardim, 13 - ligar água piscina, 14 - desligar água piscina

Figura 4.32: Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos da água

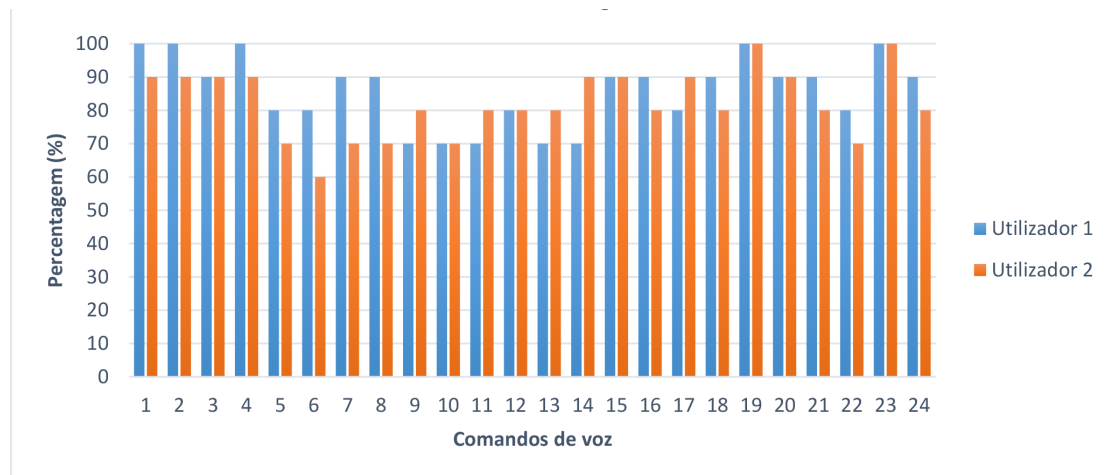
No gráfico da Figura 4.33, constata-se uma situação semelhante ao caso anterior, existindo valores de menor sucesso nos comandos com quatro palavras e siglas, sendo que o menor valor é de 60%. As taxas de sucesso encontram-se na mesma situação que os casos anteriores, sendo semelhantes independentemente do utilizador. A média de sucesso do Utilizador 1 é de 83,5% e do Utilizador 2 é de 84,5%.



1 - ligar clima geral, 2 - desligar clima geral, 3 - ligar clima cozinha, 4 - desligar clima cozinha, 5 - ligar clima wc 1, 6 - desligar clima wc 1, 7 - ligar clima wc 2, 8 - desligar clima wc 2, 9 - ligar clima quarto 1, 10 - desligar clima quarto 1, 11 - ligar clima quarto 2, 12 - desligar clima quarto 2, 13 - ligar clima quarto 3, 14 - desligar clima quarto 3, 15 - ligar clima sala 1, 16 - desligar clima sala 1, 17 - ligar clima sala 2, 18 - desligar clima sala 2, 19 - ligar clima escritório, 20 - desligar clima escritório

Figura 4.33: Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos do clima

Por último, no gráfico da Figura 4.34 encontram-se os dados correspondentes aos ensaios dos comandos de voz relativos à iluminação. O menor valor de sucesso foi o de 60% e corresponde a um comando formado por quatro palavras, sendo que os restantes comandos também formados por quatro palavras tiveram um nível mais baixo que os outros com menor número de palavras. Os resultados entre os dados do utilizador 1 e utilizador 2 são bastante semelhantes, sendo que a percentagem média de sucesso do primeiro é de 85,8%, e do segundo é de 82,1%



1 - ligar iluminação geral, 2 - desligar iluminação geral, 3 - ligar iluminação cozinha, 4 - desligar iluminação cozinha, 5 - ligar iluminação wc 1, 6 - desligar iluminação wc 1, 7 - ligar iluminação wc 2, 8 - desligar iluminação wc 2, 9 - ligar iluminação quarto 1, 10 - desligar iluminação quarto 1, 11 - ligar iluminação quarto 2, 12 - desligar iluminação quarto 2, 13 - ligar iluminação quarto 3, 14 - desligar iluminação quarto 3, 15 - ligar iluminação sala 1, 16 - desligar iluminação sala 1, 17 - ligar iluminação sala 2, 18 - desligar iluminação sala 2, 19 - ligar iluminação escritório, 20 - desligar iluminação escritório, 21 - ligar iluminação geral exterior, 22 - desligar iluminação geral exterior, 23 - ligar iluminação garagem, 24 - desligar iluminação garagem

Figura 4.34: Gráfico de barras com os dados dos testes de voz relativos aos comandos da iluminação

Em resumo, constata-se que os ensaios tiveram resultados bastante satisfatórios, tendo o utilizador 1 uma percentagem média de sucesso de 87,4% e o utilizador 2 de 85,8%, dando uma média entre os dois utilizadores de aproximadamente 86,6%. Verifica-se também que os comandos que envolvem quatro palavras e siglas são de mais difícil captação para a interface.

Capítulo 5

Conclusão e trabalhos futuros

Nesta dissertação foi apresentada uma interface gráfica que pudesse ser também controlada por comandos de voz. Esta interface estabelece a comunicação com uma base de dados onde estão inseridos os dados referentes a uma habitação.

Esta dissertação foi dividida em duas partes, uma das quais, referente à investigação e outra parte relativa ao desenvolvimento e testes.

Numa primeira parte, pretendia-se realizar um estudo de diversas soluções domóticas livres e comerciais de forma a adquirir conceitos fundamentais para uma melhor definição dos objetivos e por consequência desenvolver uma interface mais eficiente e amigável. Foram ainda estudados trabalhos de outros autores cujo conteúdo correspondia à temática desta dissertação. Levando-se em conta as soluções estudadas, conclui-se que muitas das soluções possuem interfaces antiquadas e pouco amigáveis para o utilizador. Algumas destas soluções necessitam ainda de hardware específico para intermediar a ligação entre o utilizador e a casa.

Numa segunda parte, tendo em vista os fatores apresentados, o objetivo passou pelo desenvolvimento de uma interface gráfica amigável, que estabelecesse ligação com uma base de dados de forma ao utilizador monitorizar e controlar a sua habitação. Esta interface tem ainda a possibilidade de poder ser controlada por comandos de voz. Pode ser acedida por um qualquer dispositivo que possua um navegador web e acesso à rede. Foi desenvolvida uma base de dados onde se encontram os dados que são monitorizados e controlados pela interface. Estes dados pertencem a uma habitação que foi simulada com a criação de um simulador desenvolvido em Visual Basic.

Fizeram-se ainda testes aos comandos de voz de forma a averiguar a fiabilidade dos mesmos sendo que estes vieram-se a mostrar bastante fiáveis dada a percentagem de sucesso de aproximadamente 86,6%.

Ao longo do trabalho surgiram algumas dificuldades, sendo que o estudo e a aprendizagem de novas linguagens de programação foi uma delas. Outra dificuldade passou pelo desenvolvimento da interface sem *refresh*, ou seja, quando o utilizador pretende controlar algo na sua habitação carrega num determinado botão da interface que submete um determinado dado para a base de dados. Ao submeter esse dado a página não faz o *refresh*

com o auxílio da solução encontrada em javascript.

Finalizado o trabalho desta dissertação, constata-se que foram superadas todas as dificuldades e os objetivos propostos foram cumpridos com sucesso.

5.1 Desenvolvimento futuro

Embora os objetivos definidos tenham sido atingidos com sucesso, existe sempre a possibilidade de melhorar o que foi feito ou fazer algo mais. De seguida apresenta-se uma lista com algumas ideias que poderão vir a ser executadas no futuro:

- Efetuar testes em ambiente real, de forma a detetar eventuais falhas.
- Adicionar novas funcionalidades, como por exemplo a definição de uma hora para desligar todas as luzes de uma habitação.
- Adicionar histórico de monitorização de dados de forma ao utilizador poder visualizar os consumos da sua habitação.
- Melhorar a segurança do sistema.
- Possibilidade do utilizador poder modificar a interface como modificação de cores ou aumento do tipo de letra.

Bibliografia

- ANNYANG - Annyang. 2016 [Em Linha] (Consult. 2016-03-05), Disponível em URL :<https://www.talater.com/annyang/>.
- ASSOCIATION, K. - The World's first open STANDARD for Home and Building Control, Bruxelas: KNX Association, 2004.
- ASSOCIATION, K. - KNX - Konnex. 2014 [Em Linha] (Consult. 2016-02-15), Disponível em URL :<https://www.knx.org/knx-en/knx/association/introduction/index.php>.
- ASSOCIATION, K. - KNX - Mission and Objectives. 2014 [Em Linha] (Consult. 2016-02-15), Disponível em URL :<https://www.knx.org/knx-en/knx/association/mission-objectives/index.php>.
- BELEZA, J. - Sistema Integrado de Segurança e Domótica. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - 2009.
- BERKER - Berker [Em Linha] (Consult. 2016-02-15), Disponível em URL :<http://www.berker.com/>.
- CARDIO - Cardio [Em Linha] (Consult. 2016-02-25), Disponível em URL :<http://www.cardio.pt/ocardio.php>.
- CASTRO, K. - Domótica: desenvolvimento de uma solução integradora. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro - 2012.
- CHEN, W. Y. - Home Networking Basis: Transmission Environments and Wired/wireless Protocols, New Jersey: Prentice Hall, 2003 (1 ed.), ISBN 0-13-016511-5.
- DE SÁ, C. A. F. A. - Interface Homem/Máquina para Domótica com Tecnologias Web. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - 2009.
- ELECTRONICS GMBH, L. - Loytec [Em Linha] (Consult. 2016-02-16), Disponível em URL :<https://www.loytec.com/products/lvis>.
- EURO X10 - Euro X10: Breve História [Em Linha] (Consult. 2016-02-17), Disponível em URL :<http://www.eurox10.com/Content/X10History.htm>.
- EURO X10 - Euro X10: Características [Em Linha] (Consult. 2016-02-18), Disponível em URL :<http://www.eurox10.com/Content/HomeAutomaticArchitecture.htm#{#}CommunicationMediums>.

- FERNANDES, M. - Interfaces adaptativas para sistemas de gestão de Domótica. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães - 2011.
- FIDALGO, J. M. D. S. - Study, design and development of an integration component with sensory features of objects through IoT middleware. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Coimbra - 2015. Disponível em URL :<http://freedomotic.com/content/master-thesis-development-smart-irrigation-system-using-freedomotic>.
- FREEDOMOTIC - Freedomotic. 2016 [Em Linha] (Consult. 2016-07-14), Disponível em URL :www.freedomotic.com.
- FREEDOMOTIC - Media Freedomotic. 2016 [Em Linha] (Consult. 2016-06-18), Disponível em URL :<http://www.freedomotic.com/content/media>.
- GAMA, A. - Domótica - Sistema Inteligente de Controlo e Monitorização. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro - 2014.
- GONÇALVES, T. C. - Implementação de uma Rede de Domotica Baseada em Ethernet e CANopen. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro - 2010.
- GOUVEIA, P. - DOMUS - A Automação de ambiente residenciais, Universidade de Aveiro. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro - 2009.
- INOVAMÓTICA - Cardio. 2012 [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :<http://www.inovamotica.pt/cardio.html>.
- JORGE, R.; NUNES, C. - Análise Comparativa de Tecnologias para Domótica. 1-10.
- LAMBRECHT, A. - X10. 2006 [Em Linha] (Consult. 2016-02-17), Disponível em URL :<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABUgAA/x10{#}>.
- LONWORKS, I. O. - Sistema LON (Conceito), Carnaxide: Contimetra, 2007.
- MARCU, A. - Sistema de automatização de casas. 2010 [Em Linha] (Consult. 2016-02-20), Disponível em URL :<http://deconf.ro/sisteme-de-automatizari-casa/>.
- MORDOMUS - Acesso Remoto. 2015 [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :<http://www.mordomus.com/backoffice/help/index.php?idm=PT{&}ct=Acess>.
- MORDOMUS - Ajuda - Multimédia. 2015 [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :<http://mordomus.com/help/v2015/pt/help-multimedia.html>.
- MORDOMUS - Consola Mordomus. 2015 [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :<http://www.mordomus.com/backoffice/help/index.php?idm=PT{&}ct=cmd>.
- MORDOMUS - Mordomus - Intelligent House Management. 2015 [Em Linha] (Consult. 2016-02-25), Disponível em URL :<http://mordomus.com/pt/about.html>.
- NICOLETTI, E. - The Plugins. 2015 [Em Linha] (Consult. 2016-02-23), Disponível em URL :<https://github.com/freedomotic/freedomotic/wiki/Freedomotic-components-interaction>.

- NUNES, J. P. - Configuração de Sistemas Domóticos. Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Lisboa - 2009.
- OPENHAB - OpenHAB - Features - Introduction. 2016 [Em Linha] (Consult. 2016-02-21), Disponível em URL :<http://www.openhab.org/features/introduction.html>.
- OPENHAB - OpenHAB - Features - Supported Platforms. 2016 [Em Linha] (Consult. 2016-02-22), Disponível em URL :<http://www.openhab.org/features/supported-platforms.html>.
- OPENHAB - OpenHAB - Features - User Interface. 2016 [Em Linha] (Consult. 2016-02-22), Disponível em URL :<http://www.openhab.org/features/ui.html>.
- PALMA, D. - Domótica KNX / EIB de Baixo Custo. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - 2008.
- PASSION LIVING - Knx system. 2013 [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :http://www.passionliving.cc/Products/P{_}Fermax{_}KNX.php.
- PONSA, P.; DÍAZ, M.; MANRESA-YEE, C.; *et al.* - Diseño Ergonómico de Interfaz Gráfica y Uso de Interfaz de Manos Libres en Simulación de Tareas Domóticas. **IX Congreso Internacional Interacción**. (1), 1–10.
- PT, E. - X10 - Casa Inteligente - Home Automation [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :<http://www.electronica-pt.com/domotica/x10>.
- RAFFEL, M. - openHAB - Empowering the Smart Home History , Concepts , Examples. Tese de Doutoramento, Universidade de Viena, Viena - 2014.
- RODRÍGUEZ, A. W. - Simulador de domótica con interfaz vocal. Tese de Doutoramento, Escola Universitària d'Informàtica Sabadell, Barcelona - 2009.
- UNDERLABS - Aplicação Secant. 2013 [Em Linha] (Consult. 2016-08-16), Disponível em URL :<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.Secant.AndroidTablet{&}hl=pt-PT>.
- ZAHARIADIS, T. B. - Home Networking Technologies and Standards, Massachusetts: Artech House, Inc, 2003, ISBN 1580536484.

Apêndice A

Comandos de voz

Tabela A.1: Comandos de voz

1	menu notícias
2	menu casa
3	menu about
4	menu multimédia
5	menu segurança
6	menu água
7	menu vídeo
8	menu clima
9	menu iluminação
10	menu painéis
11	ligar alarme casa
12	desligar alarme casa
13	ligar alarme exterior
14	desligar alarme exterior
15	ligar água geral
16	desligar água geral
17	ligar água cozinha
18	desligar água cozinha
19	ligar água wc 1
20	desligar água wc 1
21	ligar água wc 2
22	desligar água wc 2
23	ligar água garagem
24	desligar água garagem
25	ligar água jardim
26	desligar água jardim
27	ligar água piscina
28	desligar água piscina
29	ligar iluminação geral

Tabela A.2: Comandos de voz (continuação)

30	desligar iluminação geral
31	ligar iluminação cozinha
32	desligar iluminação cozinha
33	ligar iluminação wc 1
34	desligar iluminação wc 1
35	ligar iluminação wc 2
36	desligar iluminação wc 2
37	ligar iluminação quarto 1
38	desligar iluminação quarto 1
39	ligar iluminação quarto 2
40	desligar iluminação quarto 2
41	ligar iluminação quarto 3
42	desligar iluminação quarto 3
43	ligar iluminação sala 1
44	desligar iluminação sala 1
45	ligar iluminação sala 2
46	desligar iluminação sala 2
47	ligar iluminação escritório
48	desligar iluminação escritório
49	ligar iluminação geral exterior
50	desligar iluminação geral exterior
51	ligar iluminação garagem
52	desligar iluminação garagem
53	ligar clima geral
54	desligar clima geral
55	ligar clima cozinha
56	desligar clima cozinha
57	ligar clima wc 1
58	desligar clima wc 1
59	ligar clima wc 2
60	desligar clima wc 2
61	ligar clima quarto 1
62	desligar clima quarto 1
63	ligar clima quarto 2
64	desligar clima quarto 2
65	ligar clima quarto 3
66	desligar clima quarto 3
67	ligar clima sala 1
68	desligar clima sala 1
69	ligar clima sala 2
70	desligar clima sala 2
71	ligar clima escritório
72	desligar clima escritório

Apêndice B

Resultados dos ensaios aos comandos de voz - Utilizador 1

Tabela B.1: Comandos de voz relativos aos menus - utilizador 1

Menus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
menu notícias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu casa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu about	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	80
menu multimédia	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
menu segurança	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	80
menu água	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu vídeo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu clima	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	80
menu iluminação	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu painéis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100

Tabela B.2: Comandos de voz relativos aos alarmes - utilizador 1

Alarme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar alarme casa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar alarme casa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar alarme exterior	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar alarme exterior	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	90

Tabela B.3: Comandos de voz relativos à água - utilizador 1

Água	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar água geral	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	80
desligar água geral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar água cozinha	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8	80
desligar água cozinha	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar água wc 1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	90
desligar água wc 1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	7	70
ligar água wc 2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	8	80
desligar água wc 2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	8	80
ligar água garagem	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	90
desligar água garagem	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	80
ligar água jardim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar água jardim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar água piscina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar água piscina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100

Tabela B.4: Comandos de voz relativos à iluminação - utilizador 1

Iluminação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar iluminação geral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar iluminação geral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar iluminação cozinha	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
desligar iluminação cozinha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar iluminação wc 1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	80
desligar iluminação wc 1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8	80
ligar iluminação wc 2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
desligar iluminação wc 2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	90
ligar iluminação quarto 1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	7	70
desligar iluminação quarto 1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	70
ligar iluminação quarto 2	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	7	70
desligar iluminação quarto 2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	80
ligar iluminação quarto 3	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	7	70
desligar iluminação quarto 3	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	7	70
ligar iluminação sala 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	90
desligar iluminação sala 1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar iluminação sala 2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	80
desligar iluminação sala 2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar iluminação escritório	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	90
desligar iluminação escritório	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar iluminação geral exterior	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	90
desligar iluminação geral exterior	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	8	80
ligar iluminação garagem	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar iluminação garagem	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90

Tabela B.5: Comandos de voz relativos ao clima - utilizador 1

Clima	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar clima geral	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	90
desligar clima geral	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar clima cozinha	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
desligar clima cozinha	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	80
ligar clima wc 1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	8	80
desligar clima wc 1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	80
ligar clima wc 2	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	7	70
desligar clima wc 2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	80
ligar clima quarto 1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	7	70
desligar clima quarto 1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	80
ligar clima quarto 2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8	80
desligar clima quarto 2	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	7	70
ligar clima quarto 3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	80
desligar clima quarto 3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	8	80
ligar clima sala 1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	8	80
desligar clima sala 1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar clima sala 2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
desligar clima sala 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
ligar clima escritório	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar clima escritório	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90

Apêndice C

Resultados dos ensaios aos comandos de voz - Utilizador 2

Tabela C.1: Comandos de voz relativos aos menus - utilizador 2

Menus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
menu notícias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu casa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu about	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	8	80
menu multimédia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu segurança	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu água	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu vídeo	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	80
menu clima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
menu iluminação	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	90
menu painéis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100

Tabela C.2: Comandos de voz relativos aos alarmes - utilizador 2

Alarme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar alarme casa	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
desligar alarme casa	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	90
ligar alarme exterior	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar alarme exterior	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90

Tabela C.3: Comandos de voz relativos à água - utilizador 2

Água	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar água geral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar água geral	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	90
ligar água cozinha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar água cozinha	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar água wc 1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7	70
desligar água wc 1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7	70
ligar água wc 2	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	7	70
desligar água wc 2	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	6	60
ligar água garagem	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar água garagem	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar água jardim	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
desligar água jardim	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
ligar água piscina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar água piscina	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	8	80

Tabela C.4: Comandos de voz relativos à iluminação - utilizador 2

Iluminação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar iluminação geral	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
desligar iluminação geral	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar iluminação cozinha	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	90
desligar iluminação cozinha	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	90
ligar iluminação wc 1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7	70
desligar iluminação wc 1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	6	60
ligar iluminação wc 2	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	7	70
desligar iluminação wc 2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7	70
ligar iluminação quarto 1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8	80
desligar iluminação quarto 1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7	70
ligar iluminação quarto 2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	80
desligar iluminação quarto 2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8	80
ligar iluminação quarto 3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	80
desligar iluminação quarto 3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar iluminação sala 1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
desligar iluminação sala 1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	80
ligar iluminação sala 2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
desligar iluminação sala 2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8	80
ligar iluminação escritório	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar iluminação escritório	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	90
ligar iluminação geral exterior	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	8	80
desligar iluminação geral exterior	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	7	70
ligar iluminação garagem	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar iluminação garagem	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	80

Tabela C.5: Comandos de voz relativos ao clima - utilizador 2

Clima	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%
ligar clima geral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar clima geral	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar clima cozinha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar clima cozinha	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
ligar clima wc 1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	70
desligar clima wc 1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8	80
ligar clima wc 2	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	6	60
desligar clima wc 2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8	80
ligar clima quarto 1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	80
desligar clima quarto 1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	7	70
ligar clima quarto 2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	80
desligar clima quarto 2	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	80
ligar clima quarto 3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	80
desligar clima quarto 3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8	80
ligar clima sala 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar clima sala 1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8	80
ligar clima sala 2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90
desligar clima sala 2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	90
ligar clima escritório	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
desligar clima escritório	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90

Apêndice D

Layouts da interface num smartphone

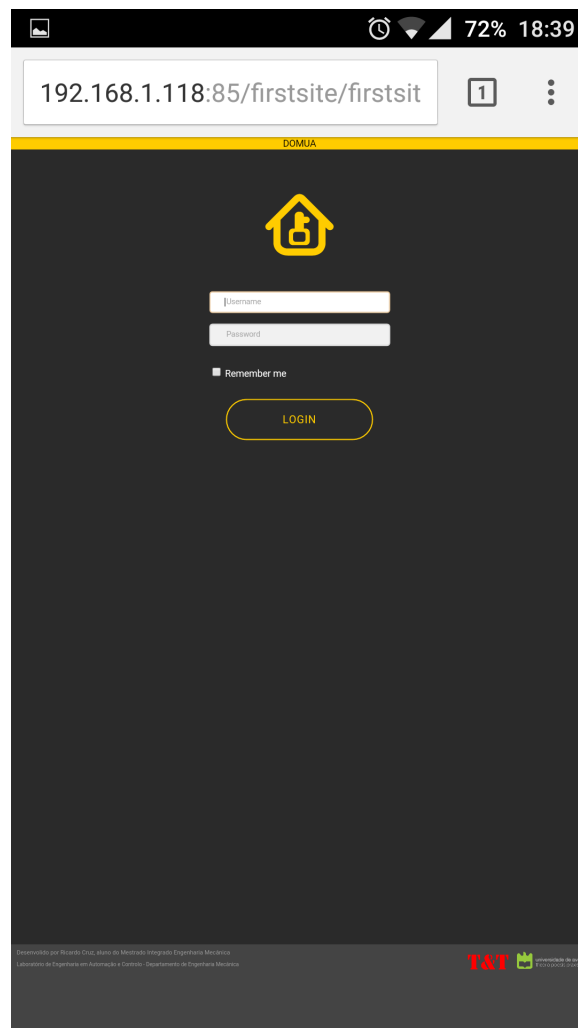


Figura D.1: Layout da página de login (smartphone)

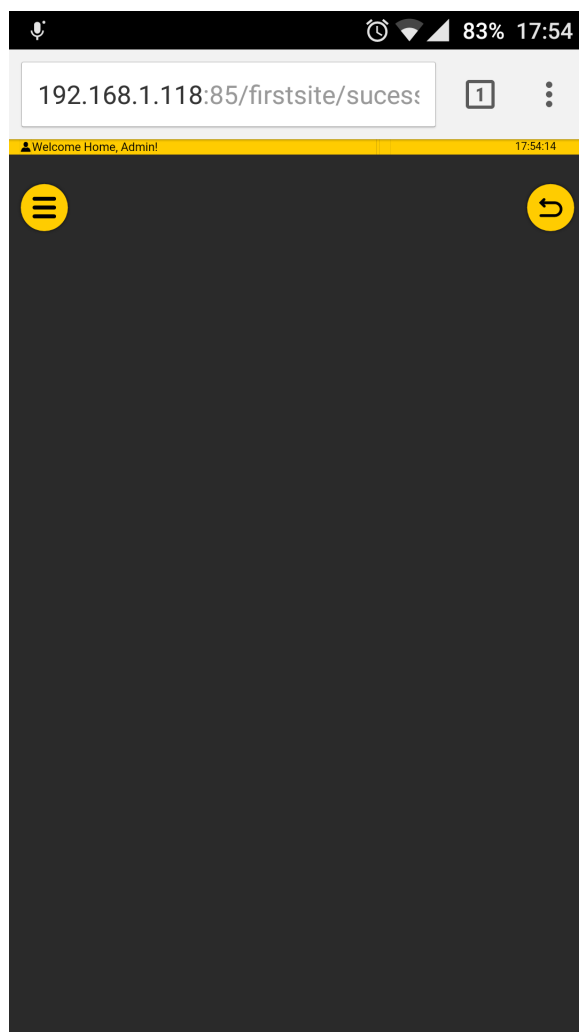
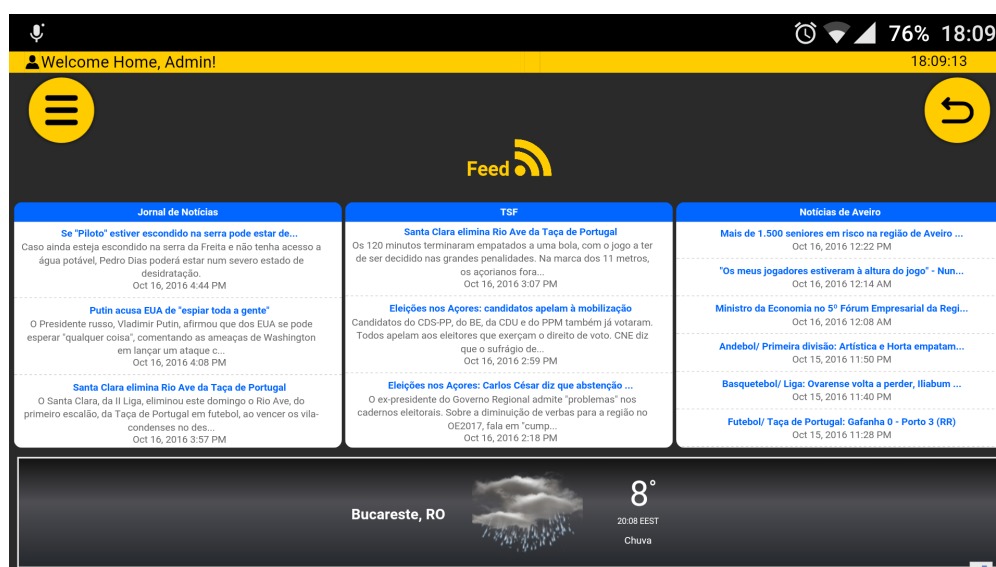


Figura D.2: Layout da página controlo e monitorização (smartphone)

Figura D.3: Layout do menu *feed* (smartphone)

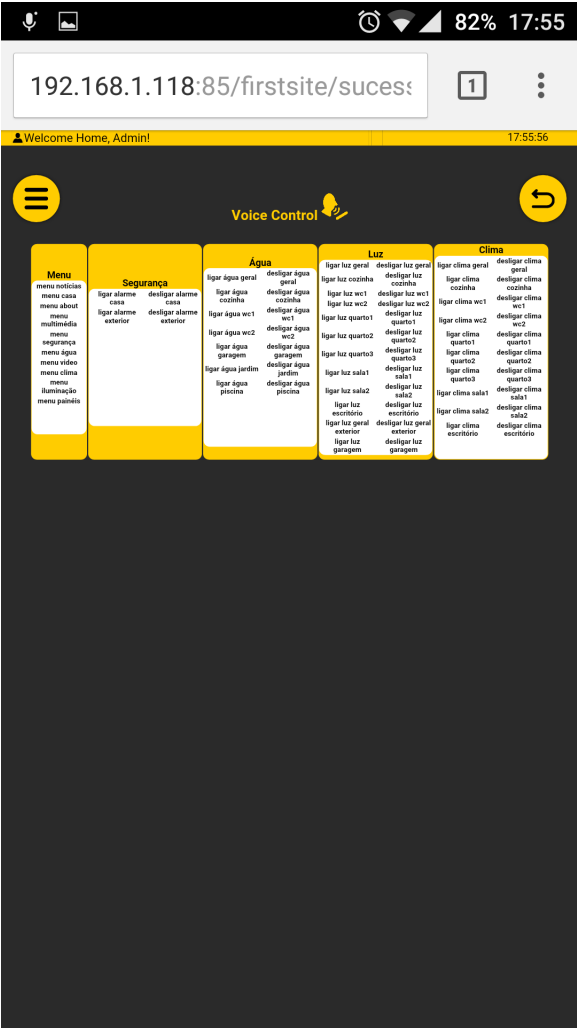
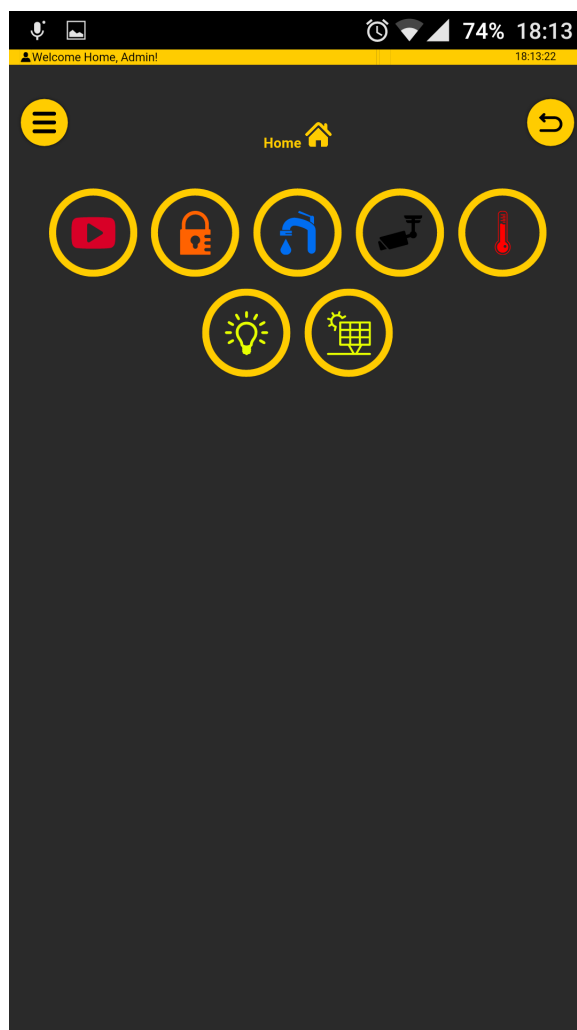


Figura D.4: Layout do menu *voice control* (smartphone)

Figura D.5: Layout do menu *home* (smartphone)

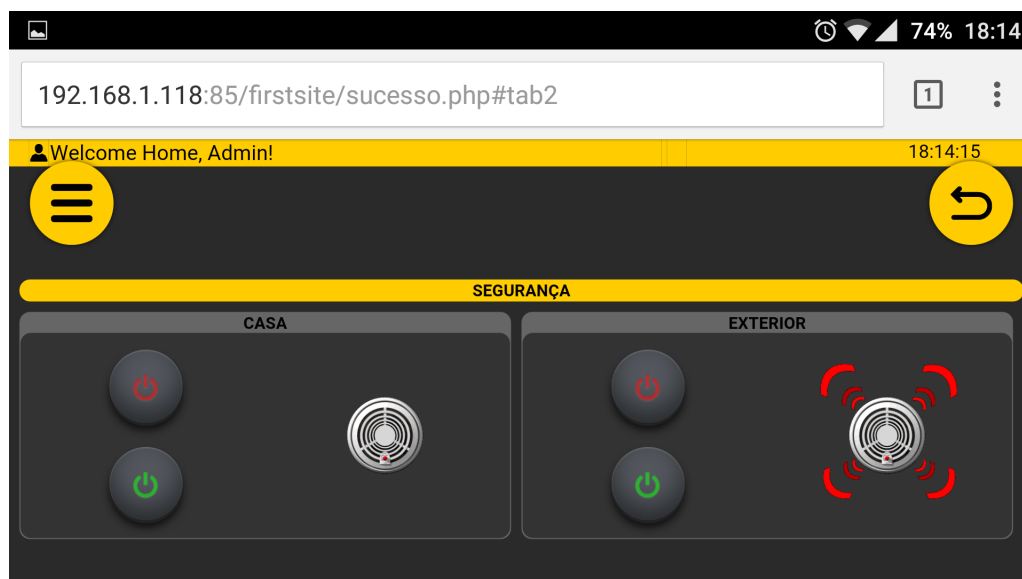


Figura D.6: Layout do menu segurança (smartphone)



Figura D.7: Layout do menu água (smartphone)

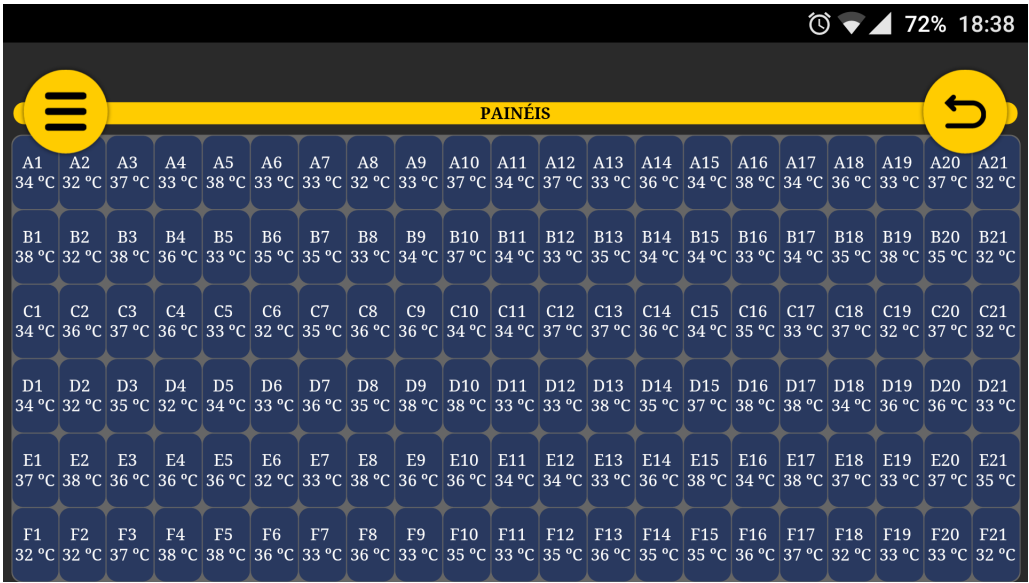


Figura D.8: Layout do menu painéis (smartphone)